

**ORTHOSTATISCHE UND ERGOMETRISCHE
BELASTUNG SOWIE MESSUNG DER
ACHILLESSEHNENREFLEXZEIT
AN SUBJEKTIV WETTERFÜHLIGEN
UND NICHT-WETTERFÜHLIGEN**

Helmut Geiger

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553803_0004

AUS DEM INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND KLIMATOLOGIE
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor : Prof.Dr.med. H. Drexel

ORTHOSTATISCHE UND ERGOMETRISCHE BELASTUNG SOWIE
MESSUNG DER ACHILLESSEHNENREFLEXZEIT
AN SUBJEKTIV WETTERFÜHLIGEN UND NICHT-WETTERFÜHLIGEN

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Helmut Geiger

aus
Forchheim

1973



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Dipl.-Phys. K. Dirnagl
Mitberichterstatter: Prof.Dr.med. H. Drexel
Dekan: Prof.Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 20.12.1973

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	6
2. Problemstellung	7
3. Literaturübersicht	8
3.1. Wetter und Vegetativum	8
3.2. Vegetativum und Kreislaufregulation	12
3.3. Vegetativum und Achillessehnenreflex	16
4. Voraussetzungen und Methodik	18
4.1. Probandengut, Voruntersuchungen und Einteilung	18
4.2. Anordnung der Versuche	19
4.3. Durchführung der Versuche	20
4.3.1. Stehversuch nach Schellong	21
4.3.2. Ergometerbelastung	22
4.3.3. Triceps- surae- Reflexzeit	23
5. Verarbeitung der Meßwerte	24
5.1. Datenreduktion beim Orthostase- Versuch	24
5.2. Berechnung des vegetativen Index (VI)	25
5.3. Schätzung des Herzminutenvolumens	25
5.4. Datenreduktion bei der Ergometerbelastung	26
5.5. Triceps- surae- Reflexzeit	30
5.6. Varianzanalyse	31
6. Ergebnisse der Mittelwertbildungen und Varianzanalysen	33
6.1. Orthostase- Versuch nach Schellong	34
6.1.1. Darstellung des Verlaufs der einzelnen Meß- und Rechengrößen	34
6.1.2. Darstellung der Mittelwerte von L-, S- und D- Werten	39
6.1.2.1. Pulsfrequenz	39
6.1.2.2. Systolischer Blutdruck	41
6.1.2.3. Diastolischer Blutdruck	44
6.1.2.4. Blutdruckamplitude	47
6.1.2.5. Amplitudenfrequenzprodukt	50

	Seite
6.1.3. Herzminutenvolumenschätzung	53
6.1.3.1. Herzminutenvolumen im Liegen	53
6.1.3.2. Herzminutenvolumenänderung beim Aufstehen	54
6.1.3.3. Herzminutenvolumen nach einer Minute Stehen	55
6.1.4. Vorzeichen der Herzminutenvolumenänderung beim Aufstehen	56
6.1.5. Vegetativer Index nach Kérdö	58
6.1.5.1. Vegetativer Index nach elf Minuten Liegen	58
6.1.5.2. Vegetativer Index nach dem Aufstehen	61
6.2. Ergometerbelastung	64
6.2.1. Darstellung des Verlaufs einzelner Meß- und Rechengrößen bei verschiedenen Probandengruppen	64
6.2.2. Mittelwerte von A-, R- und W- Werten bei verschiedenen Probandengruppen	69
6.2.2.1. Pulsfrequenz	69
6.2.2.2. Systolischer Blutdruck	71
6.2.2.3. Diastolischer Blutdruck	73
6.2.2.4. Blutdruckamplitude	76
6.2.2.5. Amplitudenfrequenzprodukt	77
6.3. Triceps- surae- Reflex	80
6.3.1. Fünftelanstiegszeit	80
6.3.2. Halbrelexationszeit	82
7. Diskussion	86
7.1. Kritik der Versuchsdurchführung	86
7.1.1. Kritik der Versuchsauswertung	88
7.2. Interpretation der Werte und Vergleich mit denen der Literatur	88
7.2.1. Orthostase- Versuch nach Schellong	89

	Seite
7.2.1.1. Systolischer und diastolischer Blutdruck	90
7.2.1.2. Pulsfrequenzverhalten	95
7.2.1.3. Blutdruckamplitude und Amplitudenfrequenzprodukt	97
7.2.2. Ergometerbelastung	100
7.2.3. Änderungstendenz der Kreislaufgrößen vom 1. zum 2. Versuch	105
7.2.4. Interpretation der Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung von Regulationsstörungen	107
7.3. Triceps- surae- Reflex	109
7.3.1. Fünftelanstiegszeit	109
7.3.2. Halbrelexationszeit	110
7.3.3. Unterschiedlicher Ausfall der Reflexzeiten beim 1. und 2. Versuch	113
7.4. Objektivierbarkeit und Krankheitswert der Wetterfühligkeit	114
8. Zusammenfassung	117
9. Anhang	118
9.1. Literaturverzeichnis	118
9.2. Legende	124

1. EINLEITUNG

Das Wissen um Allgemeinbefinden und Krankheit einerseits und Witterungseinflüssen andererseits ist uralte. Hippokrates und Herodot berichten bereits darüber.

Besonders Kranke fühlen einen Wetterumschlag voraus; doch auch das Befinden jedes Gesunden wird durch meteorische Vorgänge beeinflusst. Physiologische Befunde an klinisch Gesunden bestätigen die von HELLPACH (1) besonders hervorgehobene Auffassung, daß ein Reagieren des Menschen auf Wettervorgänge etwas völlig Normales sei und daß nur die abnorme Steigerung der Reagibilität bzw. eine Senkung der Empfindungsschwelle für solche physiologischen Reize den Übergang zum Krankhaften bildet.

Bei der Biotropie des Wetters handelt es sich offenbar nicht um die Wirkung eines einzelnen Faktors, sondern um eine Summenwirkung, an der das ganze Band atmosphärischer Elemente beteiligt ist, wenn auch im einzelnen mit unterschiedlichem Gewicht. DE RUDDER (2) sprach deshalb von einem komplexen System, dem biologischen, das auf ein anderes, ebenfalls komplexes, das meteorologische reagiert.

Der Organismus ist zwar daran gewöhnt, sich exogenen rhythmischen Schwankungen anzupassen, nicht aber plötzlich eintreffenden Stressoren.

Die Frage nach dem Angriffspunkt der Witterungseinflüsse auf den menschlichen Organismus und ihren Wirkungsmechanismen ist noch nicht endgültig geklärt. Die meisten Autoren betrachten jedoch das vegetative Nervensystem als potentiell Rezeptororgan für meteorobiologische Einflüsse. Da aber subjektiv wetterfähige und nicht wetterfähige Personen auf den gleichen meteorotropen Reiz verschieden reagieren, liegt der Verdacht nahe, daß die unterschiedliche Reaktionsweise beider Gruppen auf einer differentiellen Tonuslage ihres vegetativen Nervensystems beruht.

Mit Kreislauf- und Reflexmessungen versuchten wir, Unterschiede zwischen den genannten Gruppen herauszuarbeiten.

2. PROBLEMSTELLUNG

Bei der Planung und Durchführung vorliegender Untersuchungen standen folgende Fragen zur Diskussion:

1. Läßt sich mit einfachen klinischen Funktionstests eine Korrelation zu anamnestisch angegebener Wetterfühligkeit herstellen?
2. Ist diese Korrelation auch bei einer zweiten Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt gleich eng reproduzierbar?
3. Besteht bei beiden Geschlechtern eine unterschiedlich enge Korrelation?
4. Spielt die vegetativ gesteuerte Herz- und Kreislaufregulation eine Rolle bei der Unterscheidung subjektiv Wetterfühligster und subjektiv Nicht- Wetterfühligster?
5. Kann das Ergebnis der Untersuchungen mit einem organischen oder funktionellen Unterschied bei den verschiedenen Probandengruppen interpretiert werden?

3. LITERATURÜBERSICHT

3.1. Wetter und Vegetativum

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen meteorologischen Vorgängen und biologischen Reaktionen schlossen die meisten Autoren auf das vegetative Nervensystem als Angriffspunkt biologisch wirksamer Faktoren.

Eine gute Zusammenstellung möglicher Wetterfühligkeit auslösender Faktoren findet sich bei ASSMANN (3) und KÖHLER (4).

DE RUDDER (2) faßte das Wissen um den Einfluß biotroper Faktoren auf verschiedene Organsysteme zusammen und schrieb, daß alle überhaupt biotropen Wetterstörungen primär parasymphotisch wirken. Dieser Reaktion folgt dann, teils nach dem Kompensationsprinzip, teils verstärkt und zur Reaktionsumkehr durch weitere Wetterstörungen gezwungen, bereits nach Stunden eine Steigerung des Orthosymphotikus, so daß praktisch eine Erhöhung der vegetativen Gesamtansprechbarkeit zustande kommt. Das Zwischenhirn ist als übergeordnete Zentrale des vegetativen Systems, speziell des Parasympathikus erkannt.

AMELUNG (5) wies in einem zusammenfassenden Artikel über die Entwicklung der Bioklimatologie darauf hin, daß Wetterfühligkeit keine Krankheit sei, sondern ein Zeichen vegetativer Übererregbarkeit und dementsprechend in den letzten Jahren zugenommen habe.

BREZOWSKY (6) sprach von einer Sensibilisierung der Bevölkerung auf klimatische Reize. Damit erklärte er das Phänomen, daß bei manchen primär nicht wetterfühligsten Menschen etwa 1 Jahr nach Zuzug ins nördliche Alpenvorland langsam Wetterfühligkeit auftrate.

Wetterreagierend ist nach DE RUDDER (2) jeder Mensch. Es handelt sich sozusagen um die physiologische Antwort auf atmosphärische Umweltreize. Wetterempfindlich dagegen werden im Laufe des Lebens viele Menschen. Darunter ist die Neigung bestimmter Körperstellen zu verstehen, nach irre-

parabler Gewebsschädigung offenbar zu einer erhöhten Reizbeantwortung zu tendieren. Als w e t t e r f ü h l i g erweisen sich jedoch ganz besonders Menschen mit erhöhter Ansprechbarkeit, einer niedrigen Reizschwelle ihres vegetativen Systems. Meteorische Faktoren veranlassen jeweils nur Empfängliche zu pathologischen Reaktionen. Es ist aber unklar, ob dieses Empfänglichwerden nicht durch ganz andere Ursachen erfolgt als die Auslösung pathologischer Reaktionen bei bestimmten meteorischen Vorgängen.

HEGGLIN (7) bestätigt die Auffassung von biotropen Wirkungen auf das Vegetativum, indem er bemerkt, daß fast nur vegetativ labile Menschen über Wetterfühligkeit klagen.

Entwicklungsgeschichtlich scheint diese Annahme berechtigt. EFFENBERGER (8) erinnerte daran, daß nicht nur die äußere Haut, sondern auch alle Sinnesorgane und das gesamte Nervensystem aus dem Ektoderm entstehen. Eine Verbindung der äußeren Haut und der Schleimhäute mit dem zentralen und vegetativen Nervensystem wäre so denkbar. Der Autor hält es deshalb für möglich, daß meteorotrope Reize an Haut, Schleimhäuten und Sinnesorganen den Tonus des vegetativen Nervensystems beeinflussen können.

BOCK (9) stellte aufgrund seiner Untersuchungen an subjektiv Wetterfühligen und Nicht- Wetterfühligen die Frage, ob das Wetter objektiv einen Einfluß auf die Funktion des Organismus habe, oder ob die Beschwerden nur Einbildung eines vegetativ Labilen seien, der eine Erklärung für seine chronischen Beschwerden sucht. Er hielt es für durchaus möglich, daß biotrope Einwirkungen (die ja auf alle Menschen, also auch auf Gesunde wirken) lediglich von vegetativ Labilen oder chronisch Kranken als subjektiv unangenehm empfunden werden. Objektiv stellte er bei seinen Wetterfühligen eine höhere Ausgangslage des mittleren Blutdrucks, der Pulsfrequenz und des Herzminutenvolumens fest.

Nach JUNGSMANN (10) beeinflusst die klimatische Störwirkung primär Haut, Kreislauf, Atmung, Stoffwechsel und endokrines System, und zwar auch am ruhenden Menschen.

Die Abhängigkeit vegetativer Störungen vom endokrinen System wurde frühzeitig erkannt. Manche Autoren, z.B. SCHLIEPHAKE (11) wollten sogar eine Störung der inneren Sekretion als das Primäre ansehen.

Die enge Verknüpfung von Vegetativum und Endokrinium griff auch THIELE (12) auf, der darauf hinwies, daß vegetative Dysregulationen so gut wie nie allein vorkommen, sondern meist mit endokrinen Störungen verknüpft sind, die bisweilen latent bleiben. Besonders auffällige Beziehungen bestehen seiner Meinung nach zwischen vegetativem Nervensystem und Schilddrüse, Nebennieren und Gonaden.

Auf Nebennierenrindenhormone bezogen beobachtete ERBAN (13) ein Ansteigen der 17- Ketosteroide beim Menschen nach häufiger Inhalation positiv ionisierter Luft und SULMAN (14) wies an nicht wetterfähigen israelischen Einwanderern nach, die nach einem etwa fünfjährigen Aufenthalt in Israel sich als wetterfähig bezeichneten, daß während dieser Zeit die Ketosteroidausscheidung stark nachgelassen hatte. Er interpretierte Wetterfähigkeit als "Erschöpfungsreaktion des Streßorgans Nebenniere."

Die regulative Leistungsfähigkeit des vegetativen Systems kann nach MELLEROWICZ (15) gesteigert werden, z.B. durch Leibesübungen. Diese bewirken eine Hypertrophie der NNR, von der die Leistungsfähigkeit wesentlich bestimmt wird.

Auf Sexualhormone bezogen vermutete FEIEREIS (16) enge Zusammenhänge zwischen vegetativer Labilität und ihrer Hauptscheinungsform, der Vasolabilität, und speziell weiblichen Sexualhormonen, nachdem festgestellt war, daß Frauen sowohl nach Zahl wie nach Ausmaß und Qualität der Einzelmerkmale der Vasolabilität eindeutig stärker befallen werden als Männer.

Klinische Bezeichnungen für vegetative Störungen sind jedoch oft recht unklar und vieldeutig. So weist z.B. THIELE (12) auf

die vielen Synonyma allein für das Krankheitsbild der vegetativen Dystonie hin.

Ebenso ist die Symptomatologie der Störungen im vegetativen System nicht einheitlich. Nach Meinung v. MONAKOWS (17) sagt die Summe der faßbaren Symptome dabei nur wenig über die Reaktionslage des Organismus aus und gar nichts über seine Reaktionsfähigkeit.

Der Umstand, daß bei Witterungswechsel Veränderungen der Reaktionszeit vieler Menschen auftreten und daß diese Erscheinungen auch bei Personen bemerkbar sind, die sich als nicht wetterfällig bezeichnen, ließ ASSMANN (3) daran denken, daß die biotropen Faktoren primär am Zentralnervensystem angreifen könnten. Durch Tonusänderung vegetativer Zentren wären so auch vegetative Reaktionen verständlich.

Die umgekehrte Beeinflussungsrichtung nahm MÜCHER (18) an, der einen wesentlichen Teil der Effekte über eine vegetativ beeinflusste gesteigerte Erregbarkeit und Aktivierung zentral-neurologischer Systeme ermöglicht wissen wollte. Er hielt es für gesichert, daß bewußte motivbedingte Einstellungen und ihre die Mobilisierungsreaktion auslösende Rolle zur vollen Entfaltung der Stimulationswirkung unentbehrlich seien.

KERDÖ (19) versuchte, vegetative Tonuslagen und ihre Veränderung zahlenmäßig zu erfassen, nachdem ihm aufgefallen war, daß im Falle vegetativen Gleichgewichts der Quotient aus diastolischem Blutdruck und Pulsfrequenz ungefähr 1 ist. Nach seiner Auffassung bedeuten positive Werte eine Verschiebung nach sympathischer, negative nach parasympathischer Richtung.

Einen vorsichtigeren Standpunkt als KERDÖ nahm v. MONAKOW (17) ein, der darauf hinwies, daß bis heute keine Krankheit bekannt sei, die das vegetative Nervensystem primär befallt. Außerdem ist seiner Meinung nach noch nicht bewiesen, ob es eine primäre Unter- oder Überfunktion des sympathischen oder vagischen Systems gibt.

Vor einer starren Einteilung nach Grundformen der vegetativen Einstellung wie Sympathikotonie bzw. Vagotonie warnte auch MECHELKE (20). Er wies darauf hin, daß bei jedem aktuellen oder andauernden vegetativen Zustand ein regulatives Gleichgewicht bestehe, das heißt, der Zustand ist mittels ungleicher antagonistischer Innervation stabilisiert. An einer solchen statischen Ordnung vegetativer Größen können daher Störungen der Regulation nicht erkannt werden. Ihre polaren Typen zeigen lediglich die normalen Grenzen der Regulation.

CURTIUS (21) glaubte, daß der Begriff Vagotonie seit EPPINGER und HESS recht genau umrissen ist; die Zeichen jedoch, die manchmal als Sympathikotonie beschrieben werden finden sich auch bei Hyperthyreotikern, zumal dann, wenn sie eine Grundumsatzsteigerung vermissen lassen. Eine eigene Gruppe von Sympathikotonen wurde daher von ihm abgelehnt.

Frühzeitig wurde erkannt, daß Zeichen der Überfunktion von Vagus und Sympathikus bei ein und dem selben Menschen kombiniert sein können. Nach CURTIUS (22) ist die praktisch ärztliche Feststellung jedoch wichtiger als experimentelle Funktionsprüfungen, wenn es darum geht festzustellen, ob die von EPPINGER und HESS gezeichneten Typen tatsächlich im Leben beobachtet werden und deshalb als Leitmotive dienen können. Dieser Auffassung schlossen sich die meisten Autoren an, indem sie übereinstimmend zu dem Ergebnis kamen, daß die in der Praxis vielfach bewährten Zustandsbilder von EPPINGER und HESS beizubehalten seien.

3.2. Vegetativum und Kreislaufregulation

Wenn sich also Witterungseinflüsse auch als Änderung der vegetativen Tonuslage manifestieren können, dann ist es sinnvoll, die Prüfung einzelner Funktionskreise vorzunehmen. Nach REINDELL und KIRCHHOFF (23 , 24) erhält man durch solche Prüfungen, z.B. des Kreislaufs, einen Einblick in die vegetative Steuerung der einzelnen Funktionskreise, da die Leistungsbreite

der Organe nicht allein von ihrem morphologischen Zustand, sondern auch von einer geordneten Regulation abhängig ist.

Nach REINDELL, KÖNIG und ROSKAMM (25) liegt das Wesen vegetativer Herz- und Kreislaufstörungen in einer Labilität der Regulation und der engen Verflechtung des subjektiven mit dem objektiven Störungsanteil.

Auslösende Faktoren funktioneller Kreislaufstörungen sind nach KIRCHHOFF und BECKMANN (26) häufig klimatische Einflüsse, föhniges Wetter und Kaltfronten. Regulationsstörungen und Befinden beeinflussen sich gegenseitig. Sie sind daher von der Umwelt, von äußeren, inneren, physischen und psychischen Faktoren abhängig. Außerdem weisen die Autoren darauf hin, daß die Änderung der Wetterlage besonders bei H y p e r - tonikern Beschwerden hervorruft.

Im Gegensatz dazu beschrieben PIERACH und HEYNEMANN (27) die vermehrten Beschwerden von H y p o tonikern bei Föhn oder Aufenthalt in höheren Gebirgslagen und vermerkten, daß Dauerhypotoniker und Patienten mit einer passageren Hypotonie in der Regel vegetativ stigmatisiert seien.

Seit den grundlegenden Arbeiten von SCHELLONG und LÜDERITZ (28) wurden ein Steh- und Belastungsversuch durchgeführt, durch die eine funktionelle Differentialdiagnose von Kreislaufstörungen ermöglicht wurde. Die Funktionsprüfung erlaubt zwischen herz- und gefäßbedingten Störungen zu unterscheiden. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, daß die Besonderheiten im Verhalten von Blutdruck und Pulsfrequenz ausschließlich durch die Regulation in der Peripherie und durch das Nervensystem bedingt sind; hingegen ergaben sich keine Anhaltspunkte dafür, daß Herzerkrankungen einen Einfluß haben.

LÜDERITZ (29) fand an vegetativ labilen Personen beim Orthostase-Versuch eine ungenügende Einregulierung des peripheren Widerstandes. Er nahm als sicher an, daß teils auf nervösem, teils auf humoralem Weg die Venen verengert oder doch wenigstens in ihrem Tonus verändert werden.

Die kausale Pathogenese funktioneller Kreislaufstörungen ist noch ungeklärt. Bei den Bad Oeynhauser Gesprächen (30) wurden für eine Deutung folgende Gesichtspunkte aufgeführt: im Bereich der kortikalen kreislaufwirksamen Areale erfolgt die Verarbeitung sensorischer und affektiver Erlebnisse. Man kann sich daher auch denken, daß eine Massierung von endogenen und exogenen Sinnesreizen diese zentralnervösen Systeme zu beeinflussen vermag. Ein anhaltend vermehrter Impulseinstrom kann die normale zerebrale Erregungsordnung stören und das Gleichgewicht von Erregung und Hemmung verändern.

Auf oft enttäuschende Ergebnisse bei Funktionsprüfungen haben WINZENRIED und GEHLKE (31) hingewiesen. Nach ihrer Meinung lassen sich zwar bei der CANNONSchen Notfallreaktion und dem Adaptationssyndrom von SELYE vegetative Funktionsrichtungen eindrucksvoll herausstellen; das ist jedoch nicht möglich bei normaler oder nur leicht gestörter vegetativer Funktion, wie etwa Kopfschmerz, Schwindel und Kreislaufdysregulation.

Bei den Bad Oeynhauser Gesprächen (30) wurde auf die Notwendigkeit hingewiesen, sich bei einer Beschreibung vegetativer Kreislaufstörungen auf die Blutdruckregulierung zu beschränken. Vorerst kann nämlich nur der arterielle Druck fortlaufend gemessen werden; die Kreislaufregulation setzt sich aber aus einer Fülle zwangsläufiger Forderungen und deren Befriedigung durch eine große Anzahl von Reglern zusammen, die alle untereinander durch die Physik der Regelstrecke wie durch nervöse und humorale Verknüpfungen vermascht sind. Die Impulse der Pressorezeptoren wirken in der Höhe der Medulla oblongata aktivierend auf den Tonus des Herzvagus, aber hemmend auf den allgemeinen Vasokonstriktorentonus. Die Zellgruppen sind Teile des sog. retikulären Systems. Dieses unspezifische System des Hirnstamms moduliert sowohl auf- wie absteigend das Erregungsniveau des zentralen Nervensystems. Das medulläre Kreislaufzentrum wird zusätzlich von kortikalen und hypothalamischen Kerngebieten sowie vom Atemzentrum beeinflusst.

Hinsichtlich vegetativer Tonuslage des Kreislaufsystems bestritten Untersucher wie BLOHMKE, ISMAIL und SCHÄFER (32), daß aus den Messungen von z.B. Blutdruck, Blutdruckamplitude und Pulsfrequenz eine Aussage über die Höhe des jeweiligen Sympathikotonus gemacht werden kann, da Herzfrequenz und peripherer Widerstand sich anscheinend nicht gleichsinnig verhalten. Nach ihrer Meinung übt der Sympathikus eine so vielfältige Wirkung auf Kreislaufgrößen aus (z.B. Erhöhung des Schlagvolumens, Steigerung des peripheren Widerstands, welche beide die Druckamplitude gegensinnig beeinflussen), daß eindeutige Tests für den Sympathikotonus aus diesen Daten nicht gewonnen werden können.

Autoren, die mehr rhythmologisch orientiert sind, vor allem KOEPECHEN (33), vermuten, daß, ähnlich wie im Tierexperiment nachgewiesen, auf Herz und Gefäße neben ihren Eigenreflexen ständig rhythmische Eigentätigkeiten der Kreislaufzentren einwirken. Sie stehen mit den Funktionen der "Selbststeuerung" des Kreislaufs in einem Wechselbezug, z.B. dergestalt, daß rhythmische Schwankungen der pressorezeptorischen Reflexerregbarkeit in den "Regelkreis" des Blutdrucks hineinspielen.

Diese rhythmologischen Resultate scheinen DELIUS (34) deshalb so wichtig, weil sie einen Zugang zur Spontanitätigkeit des zentralen Nervensystems eröffnen, der für die individuelle Regulation vermutlich weitgehend verantwortlich ist. Von ihm wurde nachgewiesen, daß nicht- somatische Erregungsauslösung, wie Affekte, zu deutlichen vasomotorischen Reaktionen im Niederdrucksystem führen. Diese Vorgänge können teilweise die pressorezeptorische Steuerung des venösen Kreislaufs überlagern. Er vermutete auch, daß zwischen Neurosen und funktionell- vegetativen Erkrankungen sowie zwischen neurotischer Dynamik und vegetativer Regulationslabilität keine grundsätzlichen biologischen Unterschiede bestehen und beschreibt die Verstärkung des Leidensdrucks von Patienten mit psychovegetativen Syndromen, wenn sie zusätzlich wetter- oder wettervorfühlbar sind.

In diesem Zusammenhang vermutete KOEPEHEN (35), daß für Störungen der Herz- Kreislaufregulation in Zusammenhang mit emotionalen Vorgängen vor allem Abstimmungsanomalien zwischen dem primär zentralen Kreislaufantrieb und der peripheren Kreislaufleistung bzw. -nichtleistung bei ungenügendem Ausgleich dieser beiden Vorgänge durch die reflektorische Selbststeuerung verantwortlich seien.

3.3. Vegetativum und Achillesreflex

Seit einigen Jahrzehnten hat die Messung von Reflexzeiten Eingang in die klinische Diagnostik gefunden. Wegen der leichten Registrierbarkeit bediente man sich meist des Achillessehnenreflexes, manchmal auch des Patellarsehnenreflexes.

Die weitaus häufigste Anwendung hat die Messung der Achillessehnenreflexzeit für die Diagnostik der Schilddrüsenerkrankungen gefunden (LUTTEROTTI (36), BÖRNER, MOLL und ROMEN (37), REINFRANK, KAUFMANN, WETSTONE und GLENNON (38), EMRICH und MARONGIU (39), BINSWANGER, STUDER und WYSS (40). Alle Autoren werteten nur die Halbreaxationszeit aus.

Hinsichtlich klimatischer Einflüsse untersuchten GRANDJEAN, FLEISCH, MÖRIKOFER und LINDNER (41) den individuellen Schwellenwert des Patellarreflexes und bewiesen eine statistisch gesicherte Wetterabhängigkeit.

Frühzeitig wurde jedoch die Abhängigkeit der Reflexabläufe von anderen Faktoren erkannt. Neben großen intra- und interindividuellen Schwankungen (GRÜNZIG und BOLLINGER (42)) wurde nach Lancet (43) eine Verlangsamung des Reflexablaufs durch Rauchen, Kälte, lokale Beinödeme, Alter, Diabetes mellitus, Parkinsonismus, Neurosyphilis, Sarkoidose und Sprue gefunden. Umgekehrt soll nach Katecholamingabe, nach Applikation von Insulin i.v. sowie im Insulinkoma der Reflexablauf schneller sein.

LINSWANGER, STUDER und WYSS (40) wiesen darauf hin, daß bei vegetativ dystonen Personen kürzere Reflexzeiten gemessen

werden als bei euthyreoten Normalpersonen. Die Reflexzeiten können so kurz werden, daß sie nicht mehr von denen hyperthyreoter Patienten getrennt werden können.

Zum selben Ergebnis kamen WASCHER et al. (44), die den Katecholaminen eine maßgebliche Bedeutung für den Reflexablauf zuschrieben. Nach ihrer Auffassung führt eine Erhöhung dieser Substanzen zu einer deutlichen Verkürzung der Reflexzeit. Unter den Euthyreoten sind vor allem psychovegetativ stigmatisierte Patienten mit gesteigerter neuromuskulärer Erregbarkeit und Sympathikotonus zu finden, deren Reflexzeiten verkürzt erscheinen.

FEJÉR und KUN (45) beschrieben eine stark verkürzte Halbre-laxationszeit unter anderem bei Angst und Streß; sie glaubten die Mobilisierung von Adrenalin für diese Tatsache verantwortlich machen zu können. Durch intramuskuläre Injektion von Adrenalin provozierten sie sogar diese Reaktion und wiesen nach, daß auch noch die Metabolite des Adrenalins den Reflexablauf verschnellern.

In Lancet (43) wird auf die Wichtigkeit der adrenergischen Aktivität als einer der Determinanten der Reflexzeit hingewiesen.

Bei manchen Personen ist kein Achillesreflex auslösbar. Die in der Literatur angegebene Rate liegt zwischen 4% bei BINSWANGER et al. (40) und 15% bei REINFRANK et al. (38).

4. VORAUSSETZUNGEN UND METHODIK

Die im folgenden abgehandelten Untersuchungen wurden zwischen dem 20.7.1971 und dem 6.10.1971 an insgesamt 104 Probanden aus München oder der unmittelbaren Umgebung vorgenommen.

Zur Versuchsdurchführung war jeder Teilnehmer zweimal je 90 Minuten lang ins Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München gekommen.

Die Untersuchungen fanden zwischen 9 und 12 Uhr und zwischen 17 und 20 Uhr statt.

Die experimentelle Durchführung erfolgte in Zusammenarbeit mit Fräulein cand. med. G. Gensler (46), auf deren Dissertation im Literaturverzeichnis hingewiesen wird.

4.1. Probandengut, Voruntersuchungen und Einteilung

Im Jahre 1970 führte das Balneologische Institut in Zusammenarbeit mit einer Tageszeitung eine Fragebogenaktion während eines Zeitraums von insgesamt 15 Wochen durch. Die Auskünfte der ca. 2500 Teilnehmer über ihr tägliches körperliches und psychisches Befinden wurden mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung mit den Wetterfaktoren der betreffenden Tage verglichen. Interviewer erhoben zusätzlich von einem Drittel der Probanden Angaben über deren Konstitution, Art der Wetterbeschwerden, Vorerkrankungen, Trainingszustand und Lebensgewohnheiten.

Von den interviewten Teilnehmern untersuchten wir 104 Personen, die sich dadurch auszeichneten, daß sie alle klinisch gesund und praktisch normalgewichtig waren. Innerhalb dieses Kollektivs bezeichneten sich 51 als nicht wetterfühlig, 53 klagten bei bestimmten Wettersituationen über Mißempfindungen (im HELLPACHSCHEN Sinn (1)) im Bereich des rheumatischen und kardiovaskulären Formenkreises, an Narben und bei der Atmung. Zudem gab die Mehrzahl von ihnen an, Wetterumschläge vorzufühlen.

Wir versuchten beide Gruppen annähernd homogen zusammenzusetzen (BLOHNKE (47)), um die Aussage der Untersuchungsergebnisse in

Bezug auf die Aussage "wetterfähig" bzw. "nicht wetterfähig" eindeutiger werden zu lassen.

	wetterfähig	nicht wetterfähig
Insgesamt	53	51
Männer	23	28
Frauen	30	23
Geburtsjahrgang 1900- 1919	20	18
1920- 1939	18	16
1940- 1950	15	17

Tab. 1 Aufteilung des Probandenguts

4.2. Anordnung der Versuche

Die Auswahl der Versuche wurde nach verschiedenen Gesichtspunkten vorgenommen. Da es sich um freiwillige Teilnehmer handelte, mußte das Programm auf zweimal 90 Minuten beschränkt werden. Außerdem war zu berücksichtigen, daß sowohl körperliche als auch psychische Irritationen zu einer vermehrten Katecholaminausschüttung und Kortikosteroidausscheidung führen (BLOHMKE (47)), was bei einem Teil der Versuche besonders störend ist. Die Untersuchungen sollten deshalb für die Probanden zumindest nicht unangenehm sein und sie sollten keinen größeren Belastungen ausgesetzt werden. Zudem waren die Tests so ausgewählt und zeitlich angeordnet, daß wir nicht unter Zeitdruck vorgehen mußten.

Alle Reize exogener und endogener Natur wird man im Rahmen einer Versuchssituation nicht vermeiden können. Das bedingt, daß die Reihenfolge aller Untersuchungen gleich bleiben muß, d.h. die Folge der Stressoren muß bei der Bearbeitung eines Problems konstant belassen werden (BLOHMKE (47)).

Die Versuchsreihe begann mit einer 30 Minuten dauernden Ruhezeit in einem Raum bei ca. 22°C und 50 bis 60 % relativer Luftfeuchte. Während dieser Zeit wurde der Proband gebeten,

die Halbform eines Fragebogens (FPI) auszufüllen. Das Programm setzte sich in einem Bioklimaraum bei künstlichem Licht und unter konstanten thermohygrischen Bedingungen (22°C, 50 - 60 % rel. Feuchte) mit dem Orthostase- Test nach Schellong fort, währenddessen am liegenden Probanden ein dermographischer Strichreiz gesetzt und beobachtet wurde. Danach wurde der zeitliche Verlauf des Triceps- surae- Reflexes und die Temperatur dreier Hautstellen vor und nach der Abkühlung in einem Wasserbad von 12°C registriert. Bei der anschließenden Ergometerbelastung wurden während einer 6 Minuten dauernden Ruhezeit und dann bei ansteigenden Wattstufen im Einminutenabstand der systolische und diastolische Blutdruck sowie die Pulsfrequenz gemessen.

Die Versuche FPI, Dermographismus und Wiedererwärmung wurden von GENSLER (46) durchgeführt.

4.3. Durchführung der Versuche

Gemäß der Fragestellung mußten Versuche ausgewählt werden, die an allen Probanden unter denselben äußeren Bedingungen reproduzierbar durchgeführt werden konnten.

Diesem Zweck diene zu Beginn der Untersuchungsreihe die halbstündige Ruhezeit, die es ermöglichen sollte an etwa gleichmäßig ausgeruhten Versuchsteilnehmern Messungen vorzunehmen. Durch Klimatisierung der Räume beabsichtigten wir äußere Witterungseinflüsse weitgehend auszuschalten.

Da die Leistungsbereitschaft einer ortszeitabhängigen Tagesperiodik unterworfen ist (KEIDEL (48)), wurden die Versuche grundsätzlich nur zwischen 9 und 12 Uhr und zwischen 17 und 20 Uhr, den Zeiten der annähernd größten physiologischen Leistungsbereitschaft durchgeführt. Wir sind uns darüber im klaren, daß diese Zeiten einen Kompromiß zwischen den physiologischen Tagesoptima und den Möglichkeiten freiwilliger berufstätiger Probanden darstellen. Um das Vorgehen weiter exogenen Einflüssen zu entziehen, wurde vormittags und nachmittags je ein wetterfühlig und ein nicht wetterfühlig Proband unmittelbar nacheinander untersucht.

Die psychische Beeinflussung durch ungewohnte Umgebung und unbekannte Apparaturen auf die Probanden, die größtenteils noch nie an einem derartigen Versuch teilgenommen hatten, sollte dadurch reduziert werden, daß einige Tage vor dem eigentlichen Versuch (Zweitversuch) das ganze Programm blind durchgespielt wurde.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich nun mit folgenden Untersuchungen und deren Auswertung:

- I. Messung der orthostatischen Labilität an Hand des Stehver-
suchs nach Schellong durch Registrierung von
 - a) systolischem und diastolischem Blutdruck
 - b) Pulsfrequenz
- II. Ermittlung der Leistungsfähigkeit bei stufenweise anstei-
gender Belastung auf dem Fahrradergometer durch Registrie-
rung von
 - a) systolischem und diastolischem Blutdruck
 - b) Pulsfrequenz
- III. Aufzeichnung des Ablaufs des Triceps- surae- Reflexes nach
normierter Auslösung.

4.3.1. Stehversuch nach Schellong

Eine halbautomatische Apparatur zur unblutigen Messung des syst. und diast. Blutdrucks sowie der Pulsfrequenz ermöglichte es, diese drei Größen unabhängig von Ungenauigkeiten seitens des Untersuchers bei allen Probanden in gleicher Weise zu messen. Zunächst wurde palpatorisch die Arteria brachialis am linken Oberarm aufgesucht, ein Korotkoff- Mikrophon aufgesetzt und mit einem Klebestreifen fixiert. Unmittelbar nachdem sich der Proband hingelegt hatte, wurde die Blutdruckmanschette angelegt, da sonst unvermeidliche Bewegungen Druck und Puls hätten steigen lassen (SCHELLONG und LÜDERITZ (28)). Es erwies sich als nötig, die Manschette festzukleben, da sie am nach distal sich verjüngenden Arm zu leicht abrutschte.

Durch eine elektrische Pumpe wurde der Manschettendruck in definierter Zeit auf den gewünschten Wert gebracht. Der Druckabfall pro Zeit war regulierbar ausgelegt. Durch die Möglichkeit den Druck linear abfallen zu lassen, konnten wir die Versuchsbedingungen weiter standardisieren: bei allen Probanden wurde bei der ersten Messung bis auf 200 mm Hg Druck aufgepumpt, um eventuell auskultatorische Lücken aufzudecken (HEINTZ und LOSSE (49)), bei den folgenden bis zu einem Wert, der ca. 30 mm Hg über dem nun gemessenen syst. Blutdruck lag.

Die Vorschrift SCHELLONGS (28), der für Aufpump- und Abbläsvorgang maximal je 20 sec forderte, wurde in etwa eingehalten.

Die Korotkoff- Töne wurden nach Aufnahme mit einem Kondensatormikrophon verstärkt und mit einem Einkanalschreiber auf einem Papierstreifen mit 5 mm Vorschub / sec registriert. Die Apparatur ermöglichte es, Blutdruckwerte auf 1 mm genau zu messen, ungeachtet der Fehlermöglichkeiten, die in der auskultatorischen Blutdruckmessung selbst begründet sind.

Die ersten elf Messungen von Puls und Blutdruck wurden am liegenden Probanden, der während dieser Zeit nicht sprechen und sich nicht bewegen durfte, im Abstand von jeweils einer Minute durchgeführt. Unmittelbar nach dem Aufstehen ohne fremde Hilfe (SCHELLONG (28)) wurden in dem selben zeitlichen Rhythmus noch siebenmal Puls und Blutdruck gemessen.

4.3.2. Ergometerbelastung

Bei der Ergometerbelastung fand ein Fahrrad- Reibungs- Ergometer nach Holzer und Kalinka Verwendung, das durch Bremsung über ein Neigungsgewicht verschiedene Belastungsstufen zuließ. Der Proband wurde gebeten, zunächst zur Registrierung des Ruhewertes 7 min lang möglichst bewegungslos zu sitzen. Während dieser Zeit wurden pro Minute einmal Puls, sowie syst. und diast. Blutdruck gemessen. Hernach wurde er je 2 min lang mit 40, 60, 80 und 100 Watt bei konstanter Pedalumdrehungszahl (40 / min) belastet. Puls und Blutdruck wurden weiterhin pro Minute einmal registriert.

Durch ein direkt anzeigendes Pulsmessgerät war es während jeder Versuchsphase möglich, Überlastungen zu verhindern. Wenn ein Proband eine Leistungsstufe nicht mehr zu bewältigen glaubte, brachen wir den Versuch ab.

Die Messung und Registrierung von Puls und Blutdruck erfolgte mit der selben Apparatur, die bereits unter 4.3.1. beschrieben wurde.

Beim Ablesen der Blutdruckwerte traten bei diesem Versuch insofern Schwierigkeiten auf, als bei einigen Probanden die Korotkoff- Töne auch bei niedrigem Manschettendruck persistierten und man den diast. Druck 0 mm Hg hätte ablesen müssen. Nach einer Mitteilung der Kommission der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung (50) sind bei körperlicher Belastung aber die mit der indirekten auskultatorischen Methode ermittelten Blutdruckwerte kritisch zu beurteilen: bei beträchtlich erhöhter Strömungsgeschwindigkeit des Blutes träten selbst bei niedrigem oder fehlendem Manschettendruck Turbulenzen auf, die Korotkoff- Töne vortäuschten. Wir gingen in diesen Fällen so vor, daß wir den diast. Blutdruck bei dem Wert festlegten, bei dem eine deutliche Verkleinerung der Korotkoff- Amplitude festzustellen war.

4.3.3. Triceps- surae- Reflexzeit

Zur Messung der Triceps- surae- Reflexzeit legte der Proband seinen rechten Unterschenkel nach hinten waagerecht angewinkelt über einen Schemel. Um optimale Entspannung der Muskulatur zu erreichen, wurde die Höhe des Schemels der Größe der Versuchsperson angepaßt. Ein Hämmerchen, dessen Drehachse fixiert war und dessen Stielende sich frei drehen konnte wurde nun aus senkrechter Stellung auf die Achillessehne des Probanden fallen gelassen. Der Impuls, mit dem der Hammer aufprallte war somit bei allen Messungen gleich groß.

War der registrierte Ausschlag am rechten Fuß zu klein, um genau ausgemessen werden zu können, so wurde versucht, den Reflex am linken Fuß auszulösen.

Bei der Versuchsdurchführung ragte die Fußspitze in eine Lichtschranke. Während der Kontraktion des M. triceps surae wurde das tiefere Eintauchen der Fußspitze in die Lichtschranke als zeitliche Veränderung des Lichtstroms mit einem Schreibsystem registriert.

5. VERARBEITUNG DER MESSWERTE

5.1. Datenreduktion beim Orthostase- Versuch

Durch direkte Registrierung während des Versuchs wurden pro Minute je einmal die Meßgrößen Pulsfrequenz (P), syst. und diast. Blutdruck (RRS und RRD) gewonnen.

Zusätzlich wurden für jede Minute die Blutdruckamplitude (AMP) und das Produkt aus Blutdruckamplitude und der zugehörigen Pulsfrequenz, das Amplitudenfrequenzprodukt (PAF) errechnet. Von jedem Probanden lagen nun von den genannten fünf Meß- bzw. Rechengrößen je siebzehn Werte (davon bezogen sich die ersten elf auf die Liegephase, die letzten sechs auf die Stehphase) vom ersten und zweiten Versuch vor.

Das methodische Vorgehen bei der Datenreduktion zeigt folgendes Schema:

	Puls (P)	XXXXXXXXXXXX		XXXXXX
syst. Blutdruck	(RRS)	XXXXXXXXXXXX		XXXXXX
diast. Blutdruck	(RRD)	XXXXXXXXXXXX		XXXXXX
			+	
	(AMP)	XXXXXXXXXXXX		XXXXXX
	(PAF)	XXXXXXXXXXXX		XXXXXX
			↓	
		L	D	S
	Puls (P)	X	X	X
syst. Blutdruck	(RRS)	X	X	X
diast. Blutdruck	(RRD)	X	X	X
	(AMP)	X	X	X
	(PAF)	X	X	X

Um die vielen Daten zu reduzieren, zogen wir die elf Ruhewerte und die sechs Stehwerte zu je einem Mittelwert zusammen (Liege (L)- und Steh (S)- Wert). Die Differenz des S- und des L-Werts ergab einen dritten Wert (Differenz (D)- Wert), aus dessen Vorzeichen man erkennen konnte, ob beim Übergang vom Liegen zum Stehen die Werte größer (pos. Vorzeichen) oder kleiner (neg. Vorzeichen) wurden.

Zur weiteren Auswertung wurden nur noch die zweimal fünfzehn L-, D- und S- Werte vom ersten und zweiten Versuch herangezogen. Von ihnen wurden bei verschiedenen Probandengruppen Mittelwerte errechnet und in Histogrammen dargestellt.

5.2. Vegetativer Index (VI)

Nach der Formel, die Kérdö angab, um unterschiedliche vegetative Tonuslagen zu beschreiben, wurde beim ersten und zweiten Versuch von allen Probanden der vegetative Index (VI) für die letzte Minute der Liege- und erste Minute der Stehphase errechnet.

$$VI = \left(1 - \frac{\text{diast. Blutdruck}}{\text{Pulsfrequenz}} \right) \times 100$$

Wir sind uns darüber im klaren, daß diese Gleichung nicht streng physiologisch abgeleitet ist, sondern nur empirisch gefunden wurde. Da jedoch die Vermutung bestand, daß diast. Blutdruck und Pulsfrequenz bei Wetterfühligem anders ausfallen als bei Nicht- Wetterfühligem, schien uns die Anwendung dieser empirischen Formel gerechtfertigt.

5.3. Schätzung des Herzminutenvolumens (HMV)

Für die letzte Minute im Liegen und die erste Minute im Stehen wurde beim Orthostaseversuch nach der Formel von Schütz eine Schätzung des Herzminutenvolumens vorgenommen.

$$\text{H MV} = \frac{\text{Druckamplitude} \times 100}{\text{arithmetischer Mitteldruck}} \times \text{Frequenz}$$

Die Gleichung bietet den Vorzug, daß ihre Glieder nur aus Puls- und Blutdruckwerten bestehen.

Ausdrücklich sei vermerkt, daß diese Formel keine exakte Berechnung des HMV ermöglicht, da die Beziehung zwischen HMV und Aortendruck nicht linear ist, so daß ein Anstieg des HMV nicht ausreichend in der Druckamplitude erfaßt werden kann. Trotzdem können nach Gauer brauchbare Anhaltspunkte für eine Veränderung des HMV gewonnen werden, wenn sie vorwiegend durch eine Änderung der Herzfrequenz bedingt sind.

Wir benützen die Gleichung dennoch, weil wir keine genauen Einzelwerte, sondern nur Relativzahlen bei den einzelnen Probandengruppen berechnen wollen. Aus diesem Grund wird bei den errechneten Werten auch keine Dimension angegeben.

5.4. Datenreduktion bei der Ergometerbelastung

Ebenso wie beim Stehversuch nach Schellong wurden bei diesem Versuch pro Minute einmal Pulsfrequenz, syst. und diast. Blutdruck direkt gemessen, und zwar siebenmal am ruhig sitzenden und achtmal am tretenden Probanden, wobei die Belastung alle zwei Minuten um je 20 Watt gesteigert wurde, beginnend mit 40 Watt und endend mit 100 Watt.

In bereits beschriebener Weise wurden auch hier AMP und PAF berechnet. Bei der Datenreduktion bildeten wir aus den sieben Ruhe- und acht Belastungswerten bei den drei Meß- und zwei Rechengrößen je drei neue Größen, den A-, R- und W- Wert.

Im einzelnen ist die Bedeutung von A-, R- und W- Werten folgende:

a) Pulsfrequenz (Abb. 1)

A_p - Wert: extrapolierte Pulsfrequenz bei Belastung mit 0 Watt.

R_p - Wert: Meßwertänderung pro Zeit bei Belastung.

W_p - Wert: Belastung in Watt, bei der eine Pulsfrequenz von 130 / min erreicht würde.

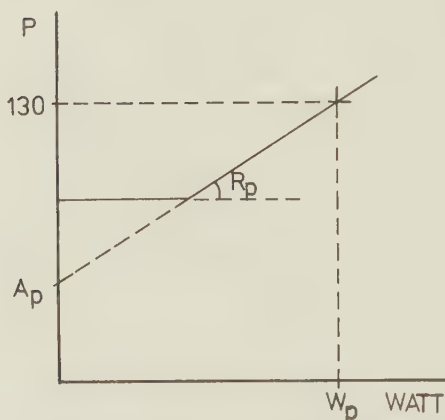


Abb. 1: Pulsfrequenz

Nach WAHLUND (52) und SJÖSTRAND (53) stellt dieser Wert das physische Arbeitsvermögen dar und bezeichnet diejenige Leistung, die in einem relativen steady state absolviert wird. Aufgrund der linearen Beziehung zwischen Pulsfrequenz und Leistung kann das physische Arbeitsvermögen aus zwei bis drei Belastungsstufen auf die submaximale Pulsfrequenz extrapoliert werden.

b) Systolischer Blutdruck (Abb. 2)

A_s - Wert: extrapolierte syst. Druck bei Belastung mit 0 Watt.

R_s - Wert: Meßwertänderung pro Zeit bei Belastung.

W_s - Wert: syst. Druck, der bei einer Belastung mit W_p erreicht würde.

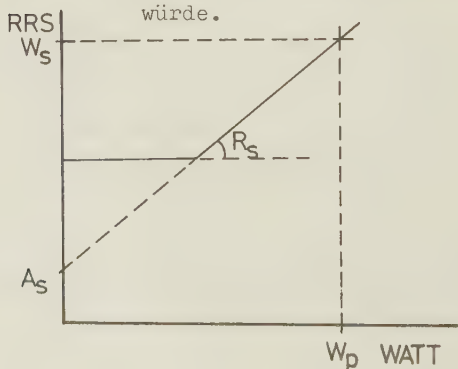


Abb. 2: Syst. Blutdruck

c) Diastolischer Blutdruck (Abb. 3)

A_d - Wert: extrapolierter diast. Druck bei Belastung mit 0 Watt.

R_d - Wert: Meßwertänderung pro Zeit bei Belastung.

W_d - Wert: diast. Druck, der bei einer Belastung mit W_p auftreten würde.

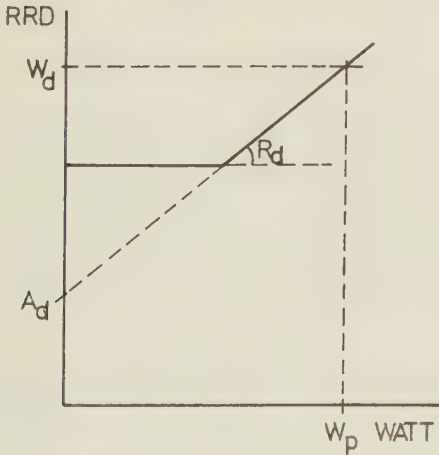


Abb. 3: Diast. Blutdruck

d) Blutdruckamplitude (Abb. 4)

A_{AMP} - Wert: extrapoliertes AMP bei Belastung mit 0 Watt.

R_{AMP} - Wert: Meßwertänderung pro Zeit bei Belastung.

W_{AMP} - Wert: AMP, das bei einer Belastung mit W_p auftreten würde.

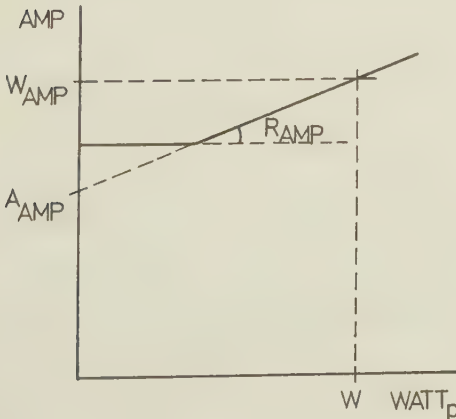


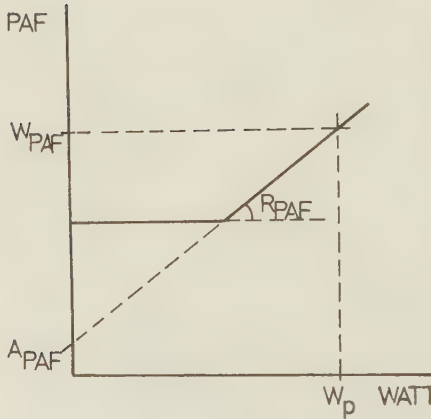
Abb. 4: Blutdruckamplitude

e) Amplitudenfrequenzprodukt (Abb. 5)

A_{PAF} - Wert: extrapoliertes PAF bei Belastung mit 0 Watt.

R_{PAF} - Wert: Meßwertänderung pro Zeit bei Belastung.

W_{PAF} - Wert: PAF, das bei einer Belastung mit W_p auftreten würde.



W_p WATT Abb. 5: Amplitudenfrequenzprodukt

Der R- Wert stellt die Meßwertänderung pro Zeit bei Belastung dar, ermittelt aus einer nach der Methode der kleinsten quadratischen Abweichungen berechneten Verlaufsgeraden.

Der W- Wert gibt den jeweiligen Wert an, der auftreten würde bei einer Belastung, welche die Pulsfrequenz auf 130 / min steigen ließe.

Das methodische Vorgehen bei der Datenreduktion zeigt folgendes Schema:

Puls (P)	X X X X X X X	X X X X X X X
sys. Druck (RRS)	X X X X X X X	X X X X X X X
diast. Druck (BRD)	X X X X X X X	X X X X X X X
		+
(AMP)	X X X X X X X	X X X X X X X
(PAF)	X X X X X X X	X X X X X X X



	A- Wert	R- Wert	W- Wert
Puls (P)	X	X	X
syst. Druck (RRS)	X	X	X
diast. Druck (RRD)	X	X	X
(AMP)	X	X	X
(PAF)	X	X	X

5.5. Triceps- surae- Reflex

Die Änderung des Lichtstroms durch tieferes Eintauchen des Fußes in die Lichtschranke während der reflektorischen Zuckung wurde mit einem Einkanalschreiber als Änderung der Amplitude pro Zeit registriert. Dabei ergab sich auf dem Registrierpapier etwa folgender Kurvenverlauf:

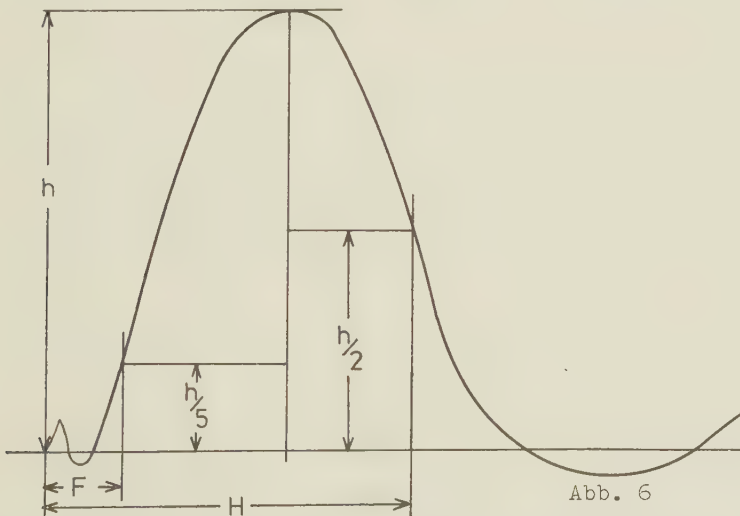


Abb. 6

Das Registrierpapier lief mit einer Geschwindigkeit von 50 mm / sec, so daß 1 mm 20 msec entsprach. Bei drei Kurven pro Proband wurden die Zeiten ausgemessen, die von der Reizsetzung bis zu einem Fünftel des maximalen Anstiegs und bis zur halben Relaxation verstrichen.

Aus diesen je drei Meßwerten errechneten wir die mittlere Fünftelanstiegszeit (F- Wert) und die mittlere Halbrelexationszeit (H- Wert) jedes Probanden beim 1. und 2. Versuch. Anschließend wurden die Mittelwerte dieser beiden Größen bei einzelnen Probandenkollektiven gebildet.

5.6. Varianzanalyse

Sie ist das wirksamste Verfahren, das üblicherweise angewendet wird, wenn geprüft werden soll, ob zwei Gruppen von Zahlenwerten aus der selben Grundgesamtheit stammen können (HOLMAN (51)).

Als Vergleichsmaß für die Prüfung des Unterschieds zwischen den beiden Gruppen, von dem wir annehmen, daß er auf eine Behandlung oder auf einen sog. Faktor, der nur bei einer Gruppe wirksam war, zurückzuführen ist, erhalten wir die Summe aller quadratischen Meßwertabweichungen vom Mittelwert beider Gruppen. Dieses Vorgehen beruht auf der Annahme, daß die Summe der quadratischen Abweichungen gerade denjenigen Anteil an der Gesamtvariabilität repräsentiert, welcher auf die physiologische Variabilität zweier sonst gleicher Teilnehmergruppen zurückzuführen ist. Da wir davon ausgehen, daß der Unterschied zwischen zwei Gruppen durch die Wirkung einer einzigen Stufe bedingt ist, wird eine Aufteilung der Werte nach zwei Seiten erreicht, je nachdem, ob die Meßwerte zum Mittelwert der ersten oder der zweiten Gruppe gehören. Dem Behandlungsunterschied entspricht daher ein Freiheitsgrad.

Als Ergebnis der Varianzanalyse erhalten wir den Quotienten aus der Varianz zwischen den Gruppen und der Fehlervarianz, den sog. F- Wert (Fisher). Er gibt uns an, wieviel mal die Varianz zwischen den Gruppen größer ist als die Fehlervarianz.

Aus den Tabellen von Fisher und Yates kann man dann ablesen, mit welchem Grad von Wahrscheinlichkeit ein Unterschied zwischen zwei Gruppen auf den Zufall allein zurückgeführt werden kann.

Bei der Beschreibung der Ergebnisse wird im folgenden jeweils die Wahrscheinlichkeit mit angegeben, mit der Zufallstreffer zu erwarten sind. Das Wahrscheinlichkeitsniveau der Nullhypothese ist in der Spalte S (Signifikanz) angegeben.

Dieses Rechenverfahren wurde auf die Meßwerte aller drei Versuche derart angewandt, daß jeweils zwei sinnvoll zusammengehörige Gruppen gegenübergestellt wurden:

1. Wetterfähige - Nicht- Wetterfähige
2. wetterfähige Männer - nicht wetterfähige Männer
3. wetterfähige Frauen - nicht wetterfähige Frauen
4. Männer - Frauen
5. wetterfähige Männer - wetterfähige Frauen
6. nicht wetterfähige Männer - nicht wetterfähige Frauen
7. alle nicht wetterfähige Probanden - wetterfähige Männer
8. alle nicht wetterfähige Probanden - wetterfähige Frauen

Wo es angebracht erschien, wurden die Probandengruppen noch in drei Altersgruppen unterteilt:

1. Gruppe : Geburtsjahrgang 1940 - 1950
2. Gruppe : Geburtsjahrgang 1920 - 1939
3. Gruppe : Geburtsjahrgang 1900 - 1919

6. ERGEBNISSE DER MITTELWERTSBILDUNGEN UND VARIANZANALYSEN

Die Mittelwerte der berechneten Größen bei den verschiedenen Probandengruppen gehen aus den folgenden Histogrammen hervor. Bei der zeichnerischen Darstellung wird im folgenden jeweils so verfahren, daß gleichartig schraffierte Säulen gleiche Teilnehmerkollektive bedeuten.

Es erscheinen immer zwei Säulen gleicher Schraffur nebeneinander. Die erste Säule stellt den Mittelwert beim ersten Versuch (Blindversuch), die zweite den beim zweiten Versuch dar. Durch diese Darstellungsweise sollen Mittelwerte identifiziert werden, die trotz konstanter Umgebungsverhältnisse - hauptsächlich also durch die unterschiedliche emotionale Beteiligung des Probanden beim ersten und zweiten Versuch - schwanken.

Im folgenden wird nur der zweite Versuch beschrieben. Ein Vergleich der Mittelwerte von erstem und zweitem Versuch in tabellarischer Form schließt sich an.

Es werden nur Änderungen vermerkt, die größer als 5% sind. Die Bedeutung der verwendeten Zeichen ist folgende:

- O : Keine Mittelwertsänderung vom ersten zum zweiten Versuch
- + : Mittelwertsanstieg um mehr als 5% vom ersten zum zweiten Versuch
- : Mittelwertsabfall um mehr als 5% vom ersten zum zweiten Versuch.

Bei den Tabellen mit den Ergebnissen der Varianzanalysen wird immer so verfahren, daß der größere bzw. kleinere Wert der zweiten Probandengruppe im Vergleich zur ersteren mit folgenden Zeichen ausgedrückt wird:

- O : kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen
- + bzw. - : größerer bzw. kleinerer signifikanter ($p = 0,1$) Wert bei der zweitgenannten Gruppe im Vergleich zur erstgenannten
- ++ bzw. --: dto. bei $p = 0,05$
- +++ bzw. ---: dto. bei $p = 0,01$

6.1. Orthostase- Versuch nach Schellong

6.1.1. Darstellung des Verlaufs der einzelnen Meß- und Rechengrößen

Abb. 7 zeigt, daß die syst. Drucke Wetterfühligler und Nicht-Wetterfühligler keine Unterschiede aufweisen. Wetterfählige hatten im Liegen und Stehen die höhere Pulsfrequenz. Deutliche Differenzen ergaben sich bei der Registrierung des diast. Blutdruckes: bei allen Messungen lag der diast. Druck Wetterfählicher höher.

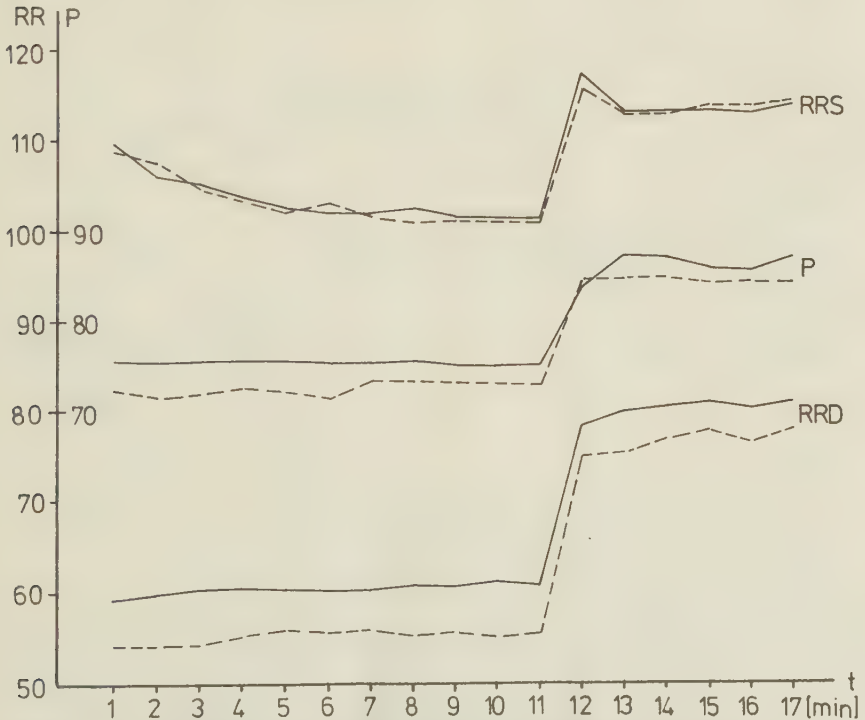


Abb. 7 Blutdruck und Pulsfrequenz bei Wetterfählichen und Nicht- Wetterfählichen.

Wetterfählige —————
Nicht- Wetterfählige - - - - -

Da beim Orthostase-Test die gemessenen Werte stark vom Geschlecht abhängen, wollen wir den Kurvenverlauf wetterfähiger und nicht wetterfähiger Männer und Frauen gesondert betrachten.

a) Männer (Abb. 8)

Syst. und diast. Blutdruck lagen bei wetterfähigen Männern höher als bei nicht wetterfähigen. Die Pulsfrequenz zeigte bei ersteren nach dem Aufstehen stärkere Schwankungen.

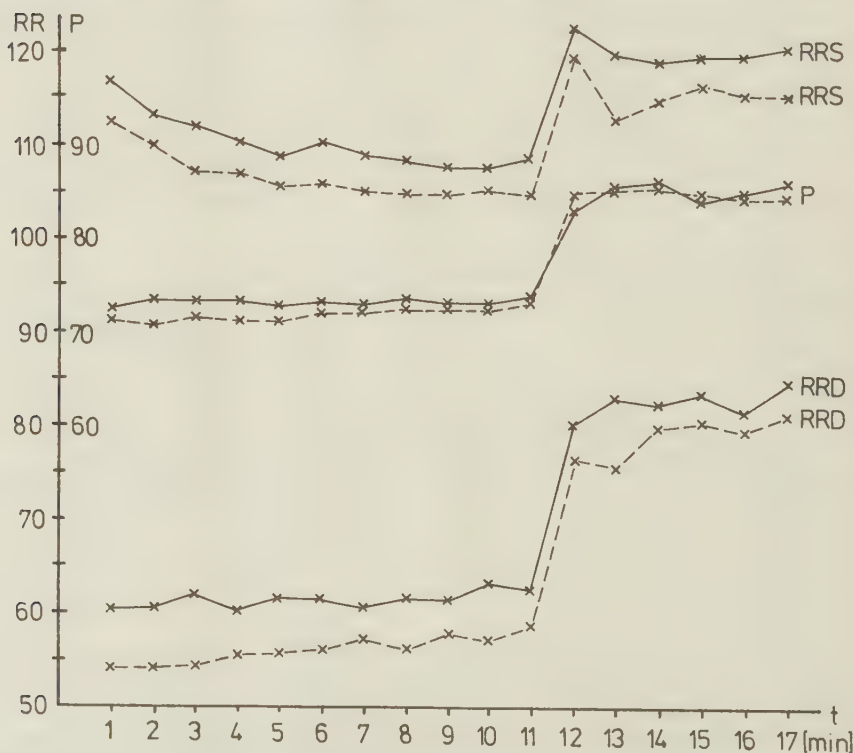


Abb. 8 Blutdruck und Pulsfrequenz bei wetterfähigen und nicht wetterfähigen Männern.

Wetterfähige Männer x—x—x
 nicht wetterfähige Männer x---x---x

b) Frauen (Abb. 9)

Der syst. Blutdruck lag bei wetterföhlichen Frauen auf niedrigerem Niveau als bei nicht wetterföhlichen; dagegen zeigten wetterföhliche Frauen den höheren diast. Blutdruck und die höhere, nach dem Aufstehen stärker schwankende Pulsfrequenz.

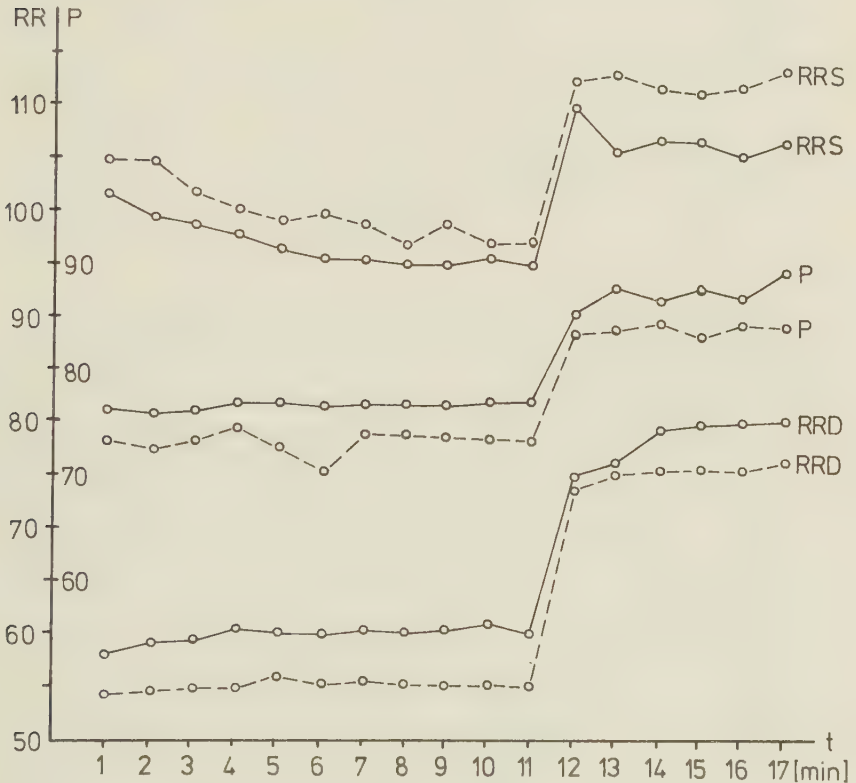


Abb. 9 Blutdruck und Pulsfrequenz bei wetterföhlichen $\text{---}\circ\text{---}$ und nicht wetterföhlichen $\text{---}\bullet\text{---}$ Frauen

Wenn wir nun noch die errechneten Größen AMP und PAF in ihrem Verlauf beobachten, ergeben sich die Abbildungen 10 bis 13.

a) Männer

Sowohl bei AMP (Abb. 11) als auch bei PAF (Abb. 13) zeigten wetterfähige und nicht wetterfähige Männer keine nennenswerten Unterschiede. Nach einem etwa kontinuierlichen Abfall beider Größen im Laufe des Liegens fiel das AMP beider Gruppen beim Aufstehen etwas stärker ab, um sich auf einem tieferen Niveau neu einzustellen.

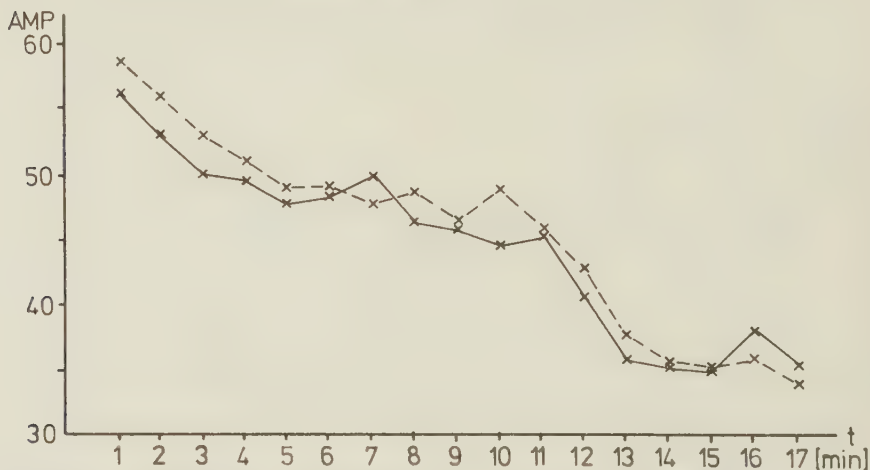


Abb. 11 AMP bei wetterfähigen und nicht wetterfähigen Männern. Wetterfähige Männer

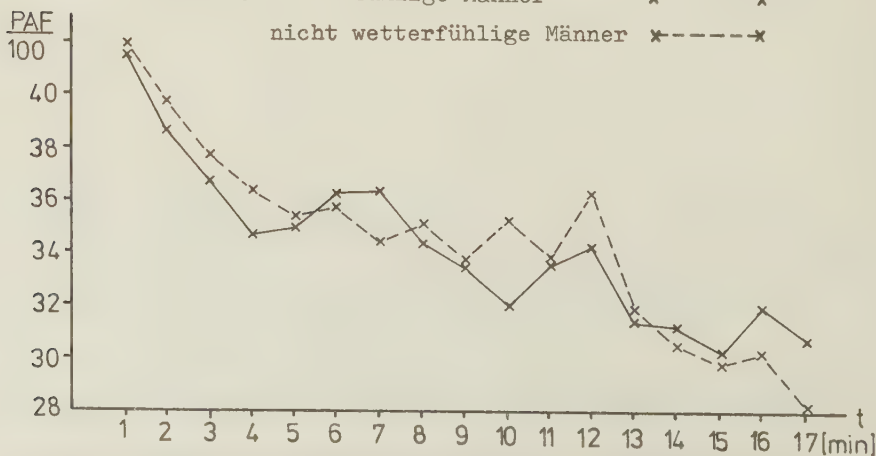


Abb. 13 PAF bei wetterfähigen und nicht wetterfähigen Männern. Legende siehe Abb. 11

b) Frauen

6.1.2. Darstellung der Mittelwerte von L-, S- und D- Werten

6.1.2.1. Pulsfrequenz P (Abb. 14)

Die Pulsfrequenz im Liegen (L- Wert) erwies sich als kaum geschlechtsabhängig; Männer lagen mit $79,7 \text{ min}^{-1}$ nur wenig niedriger als Frauen mit $82,3 \text{ min}^{-1}$ ($p = 0,20$). Die Wetterfühligsten zeigten eine geringfügig höhere Pulsfrequenz als die Nicht- Wetterfühligsten, ebenso die wetterfühligsten Frauen eine höhere als die nicht wetterfühligsten Frauen.

Die Unterschiede verkleinerten sich noch weiter bei den Steh- Werten (S- Wert) der einzelnen Gruppen.

Vergleichen wir die Pulsfrequenzänderung beim Übergang vom Liegen zum Stehen (D- Wert), so sehen wir, daß der Herzfrequenzanstieg nur durch Geschlechtsunterschiede bedingt war und eine Unterscheidungsmöglichkeit gleichgeschlechtlicher Gruppen hinsichtlich Wetterfühligkeit bzw. Nicht- Wetterfühligkeit nicht gegeben war.

L- Wert :	W♀	N♀	W♂	N♂
S- Wert :	W♀	W♂	N♂	N♀
D- Wert :	N♀	W♀	W♂	N♂

Ergebnis der Varianzanalysen

	L	S	D
Wetterfähige - Nicht- Wetterfähige	0	0	0
wetterfähige - nicht wetterfähige Männer	0	0	0
wetterfähige - nicht wetterfähige Frauen	-	0	0
Männer - Frauen	+	0	-

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	L	S	D
wetterfähige Probanden	0	0	+
nicht wetterfähige Probanden	0	0	+
Männer	0	0	+
Frauen	0	0	+

L S D

wetterfähige Männer
nicht wetterfähige Männer
wetterfähige Frauen
nicht wetterfähige Frauen

0 0 +
0 0 +
0 0 +
0 0 +

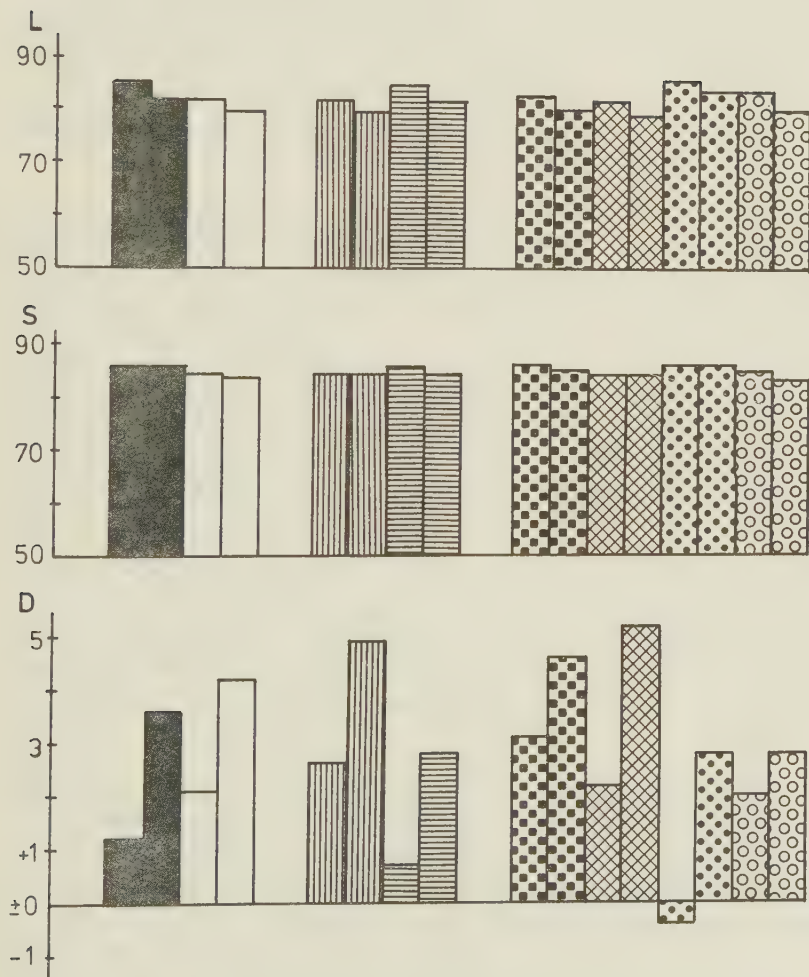


Abb. 14 Pulsfrequenz beim Orthostase- Versuch. Legende siehe Anhang.

6.1.2.2. Systolischer Blutdruck RRS (Abb. 15)

Mit einem mittleren syst. Blutdruck von 119,7 mm Hg im Liegen (L- Wert) zeigten die Wetterfühligten einen geringfügig niedrigeren Durchschnittswert als die Nicht- Wetterfühligten mit 122,4 mm Hg. Geschlechtsunterschiede können nicht die Ursache dieses Ergebnisses sein; zwar unterschieden sich Männer und Frauen in ihrem syst. Ruhedruck hochsignifikant ($p = 0,005$), doch setzte sich die Gruppe der Wetterfühligten und der Nicht- Wetterfühligten gleichmäßig aus Männern und Frauen zusammen.

Die weitere Aufschlüsselung zeigte, daß bei den Männern die wetterfühligten einen höheren syst. Druck aufwiesen als die nicht wetterfühligten; bei den Frauen war die Relation genau umgekehrt: hier hatten die nicht wetterfühligten Frauen den höheren syst. Blutdruck.

Interessanterweise unterschieden sich nicht wetterfähige Männer und nicht wetterfähige Frauen in ihrem Blutdruck nur auf dem $p = 0,10$ - Niveau; bei den wetterfähigen Männern und wetterfähigen Frauen lagen jedoch die Männer sehr signifikant höher ($p = 0,01$).

Die selben Verhältnisse lagen beim Vergleich der syst. Blutdrucke nach dem Aufstehen (S- Wert) vor. Hier unterschieden sich nicht wetterfähige Männer und nicht wetterfähige Frauen überhaupt nicht, während wetterfähige Männer den hochsignifikant höheren ($p = 0,005$) syst. Druck aufwiesen als wetterfähige Frauen.

Die syst. Blutdruckänderung beim Aufstehen (D- Wert) war außer beim Vergleich Männer - Frauen völlig uncharakteristisch. Erstere reagierten mit einem Druckabfall, letztere mit einem Anstieg. Der Unterschied der Druckänderung zwischen diesen beiden Gruppen war signifikant ($p = 0,05$).

L- Wert :	$W\sigma > N\sigma > N\eta > W\eta$
S- Wert :	$W\sigma > N\sigma > N\eta > W\eta$
D- Wert :	$N\eta > W\eta > W\sigma > N\sigma$

Ergebnis der Varianzanalysen

	L	S	D
Wetterföhliche - Nicht- Wetterföhliche	0	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Männer	0	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Frauen	0	+	0
Männer - Frauen	---	---	+
nicht wetterföhliche Männer - Frauen	-	0	+
wetterföhliche Männer - Frauen	---	---	0

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	L	S	D
wetterföhliche Probanden	-	-	-
nicht wetterföhliche Probanden	-	-	-
Männer	-	-	-
Frauen	-	-	+
wetterföhliche Männer	-	0	-
nicht wetterföhliche Männer	-	-	+
wetterföhliche Frauen	-	-	-
nicht wetterföhliche Frauen	-	-	+

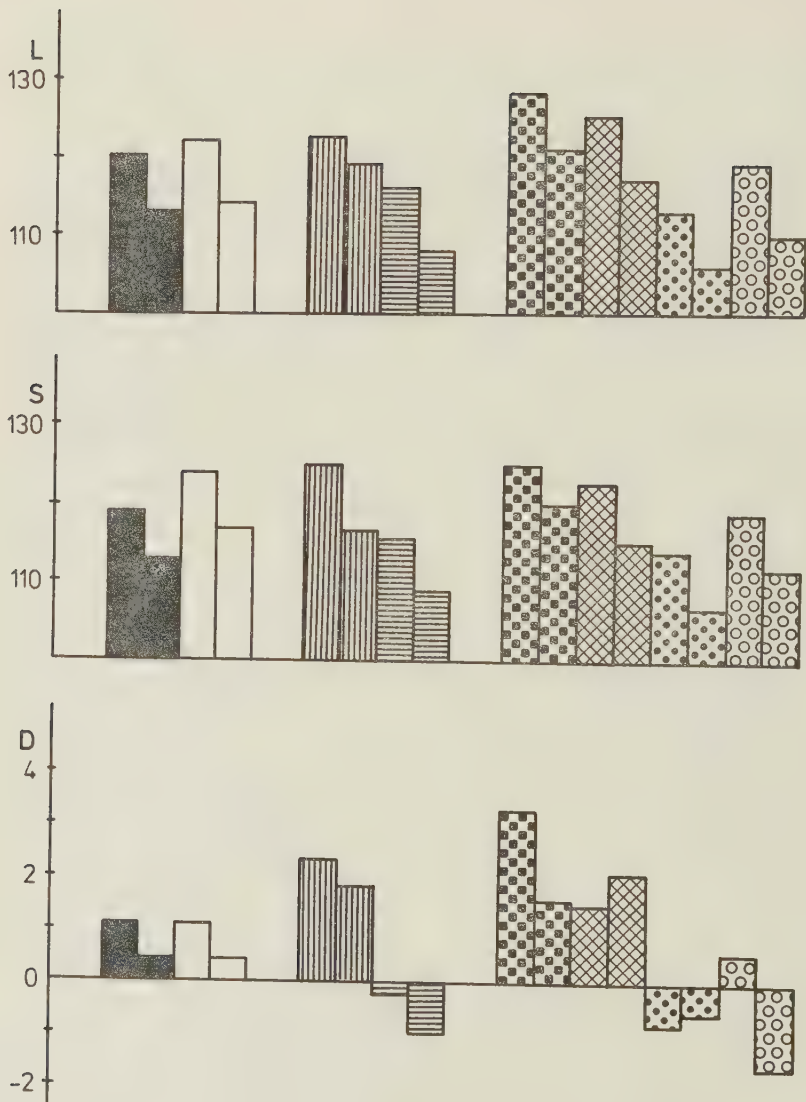


Abb. 15 Systolischer Blutdruck beim Orthostase- Versuch.
Legende siehe Anhang.

6.1.2.3. Diastolischer Blutdruck RRD (Abb. 16)

Beim Vergleich der Wetterfühligen mit den Nicht- Wetterfühligen zeigte es sich, daß erstere mit einem Durchschnittswert von 66,3 mm Hg den hochsignifikant ($p = 0,01$) höheren diast. Ruheblutdruck (L- Wert) hatten als Nicht- Wetterfühlige mit 61,1 mm Hg.

Gliedert man diese Gruppen weiter auf, so stellt sich heraus, daß die wetterfühligen Männer mit 67,6 mm Hg den signifikant höheren Druck ($p = 0,05$) aufwiesen als die nicht wetterfühlig- en mit 61,8 mm Hg. Beim Vergleich wetterfühlig- er mit nicht wetterfühli- gen Frauen fiel das Ergebnis prinzipiell gleich aus, nur lag es knapp unter dem $p = 0,05$ - Niveau.

Geschlechtsunterschiede hatten keinen Einfluß auf den diast. Blutdruck im Liegen; sowohl beim Vergleich von Männern mit Frauen als auch von wetterfühli- gen Männern mit wetterfühli- gen Frauen bzw. von nicht wetterfühli- gen Männern mit nicht wetterfühli- gen Frauen ergaben sich keine signifikant unterschiedli- chen Mittelwerte. Die Unterscheidungsmöglichkeit verschiedener Gruppen schien nur auf ihrer Wetterfühligkeit bzw. Nicht- Wet- terfühligkeit zu beruhen.

Nach dem Aufstehen (S- Wert) glichen sich die Unterschiede zwischen den Probandengruppen etwas aus: Wetterfühlige lagen mit 79,8 mm Hg höher ($p = 0,20$) als Nicht- Wetterfühlige mit 77,1 mm Hg. Desgleichen zeigten wetterfühlige Männer mit 83,5 mm Hg den höheren diast. Druck ($p = 0,20$) als nicht wetter- fühlige mit 78,8 mm Hg. Der deutlichste Unterschied war beim Vergleich Männer - Frauen gegeben (80,4 - 76,4; $p = 0,05$).

Der diast. Druckanstieg beim Aufstehen (D- Wert) war bei den Nicht- Wetterfühli- gen mit 16,1 mm Hg signifikant stärker ausgeprägt ($p = 0,05$) als bei den Wetterfühli- gen mit 13,6 mm Hg. Die selbe Relation lag bei den gleichgeschlechtlichen Gruppen vor: nicht wetterfühlige Männer reagierten mit größerem Blut- druckanstieg als wetterfühlige, ebenso nicht wetterfühlige Frauen mit größerem als wetterfühlige ($p = 0,20$).

L- Wert : $W\sigma > W\eta > N\sigma > N\eta$

S- Wert : $W\sigma > N\sigma > W\eta > N\eta$

D- Wert : $N\sigma > N\eta = W\sigma > W\eta$

Ergebnis der Varianzanalysen

	L	S	D
Wetterföhliche - Nicht- Wetterföhliche	---	-	++
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Männer	--	-	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Frauen	-	0	-
Männer - Frauen	0	--	--

Mit den zwölf Varianzanalysen ließ sich zeigen, daß der L- Wert eine gute Unterscheidungsmöglichkeit zwischen wetterföhlichen und nicht wetterföhlichen Probandenkollektiven darstellt. Seine Bedeutung wird durch Geschlechtsunterschiede nicht beeinträchtigt.

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	L	S	D
wetterföhliche Probanden	0	0	0
nicht wetterföhliche Probanden	-	-	0
Männer	0	0	-
Frauen	-	-	0
wetterföhliche Männer	0	0	-
nicht wetterföhliche Männer	0	0	-
wetterföhliche Frauen	-	-	0
nicht wetterföhliche Frauen	-	-	0

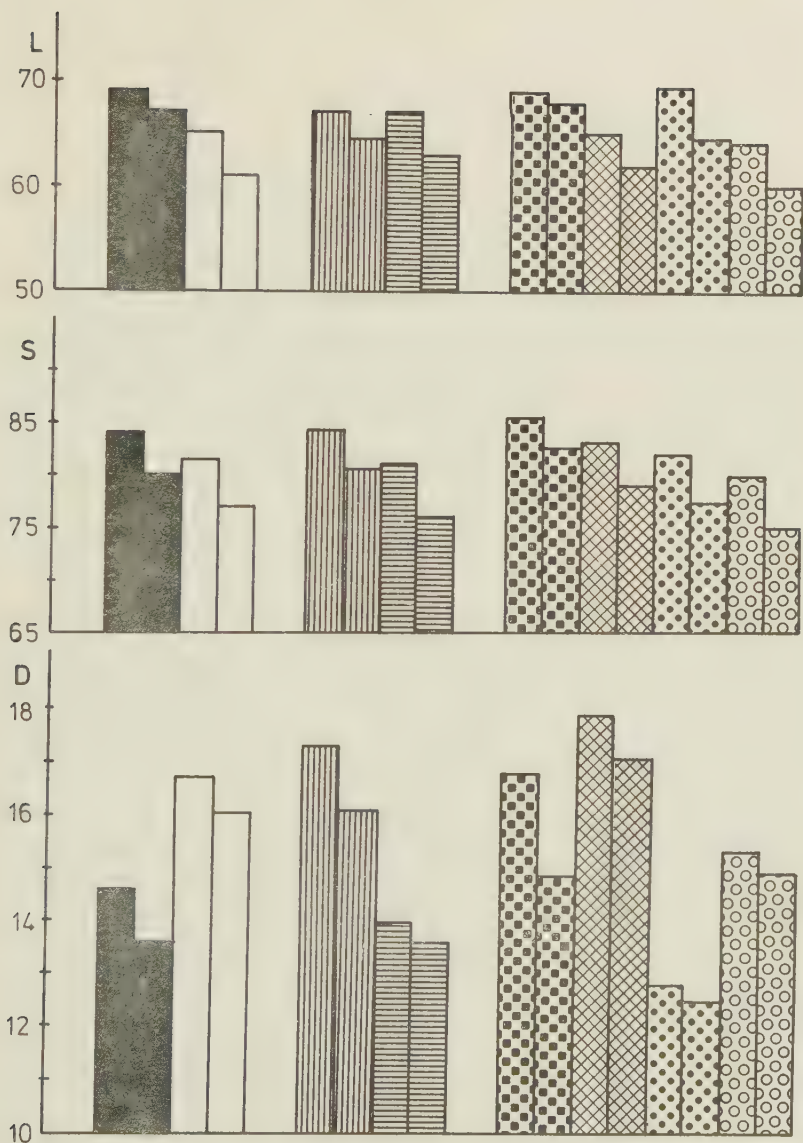


Abb. 16 Diastolischer Blutdruck beim Orthostase- Versuch.
Legende siehe Anhang.

6.1.2.4. Blutdruckamplitude AMP (Abb. 17)

Beim Vergleich wetterföhlicher mit nicht wetterföhlichen Probanden wiesen erstere mit 46,8 mm Hg Druckdifferenz im Liegen (L- Wert) die signifikant niedrigere Blutdruckamplitude auf ($p = 0,05$) als letztere mit 52,9 mm Hg. Interessanterweise unterschieden sich wetterföhliche und nicht wetterföhliche Männer praktisch nicht, während wetterföhliche Frauen mit 41,0 mm Hg die hochsignifikant ($p = 0,025$) niedrigere Amplitude zeigten als nicht wetterföhliche Frauen mit 49,4 mm Hg. Der Vergleich von Männern und Frauen fiel zugunsten der größeren Blutdruckamplitude der Männer aus.

Gliedert man nicht nach Wetterföhlichkeit bzw. Nicht- Wetterföhlichkeit auf, sondern nach Geschlecht, so ergibt sich ein weiteres Ergebnis: der Vergleich wetterföhlicher Männer mit wetterföhlichen Frauen zeigte den hochsignifikant ($p = 0,001$) höheren Mittelwert der Männer mit 53,7 mm Hg gegenüber dem der Frauen mit 41,4 mm Hg, während nicht wetterföhliche Männer und nicht wetterföhliche Frauen ohne nennenswerten Unterschied bei 52,6 mm Hg Druckdifferenz lagen.

Die Blutdruckamplitude im Stehen (S- Wert) war nur beim Vergleich wetterföhlicher mit nicht wetterföhlichen Frauen (29,1/36,6 mm Hg) signifikant ($p = 0,025$) unterschiedlich. Wetterföhliche Probanden mit 32,8 mm Hg lagen auf niedrigerem Wahrscheinlichkeitsniveau ($p = 0,20$) mit ihrem AMP tiefer als nicht wetterföhliche Teilnehmer mit 36,4 mm Hg. Obwohl sich die AMP- Werte von Männern und Frauen nur geringfügig unterschieden, genauso wie die nicht wetterföhlicher Männer und nicht wetterföhlicher Frauen, war der Unterschied der AMP- Werte von wetterföhlichen Männern und wetterföhlichen Frauen signifikant hoch ($p = 0,025$).

Die Blutdruckamplitudenänderung beim Aufstehen (D- Wert) zeigte hauptsächlich Geschlechtsabhängigkeit. Sie lag bei Männern um - 18 mm Hg, bei Frauen um - 12,6 mm Hg. Eine gewisse Unterscheidungsmöglichkeit war auch bei Wetterföhlichen und Nicht- Wetterföhlichen gegeben. Erstere zeigten einen AMP- Abfall

um - 14 mm Hg, letztere um - 16,5 mm Hg. Der Unterschied ist jedoch nur auf dem $p = 0,20$ - Niveau signifikant.

L- Wert :	N♂	W♂	N♀	W♀
S- Wert :	W♂	N♀	N♂	W♀
D- Wert :	N♂	W♂	N♀	W♀

Ergebnis der Varianzanalysen

	L	S	D
Wetterföhliche - Nicht- Wetterföhliche	++	+	+
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Männer	0	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Frauen	++	++	0
Männer - Frauen	---	-	---
wetterföhliche Männer - wetterföhliche Frauen	---	--	--
nicht wetterföhliche Männer - nicht wetterföhliche Frauen	-	0	-

Das Ergebnis der Varianzanalysen zeigt, daß eine statistisch teilweise hoch gesicherte Geschlechtsabhängigkeit der Blutdruckamplitude bei L-, S- und D- Werten besteht.

Zusätzlich lassen sich eine wetterföhliche und eine nicht wetterföhliche Probandengruppe hinreichend unterscheiden.

Während sich das Kollektiv der wetterföhlichen und nicht wetterföhlichen Frauen in ihrem L- und S- Wert genügend voneinander separieren lassen, ist dies bei wetterföhlichen und nicht wetterföhlichen Männern nicht möglich.

Änderungstendenz von 1. zum 2. Versuch

	L	S	D
wetterföhliche Probanden	-	-	-
nicht wetterföhliche Probanden	-	-	-
Männer	-	-	-
Frauen	-	-	-
wetterföhliche Männer	-	-	-
nicht wetterföhliche Männer	-	-	0
wetterföhliche Frauen	-	-	0
nicht wetterföhliche Frauen	-	-	-

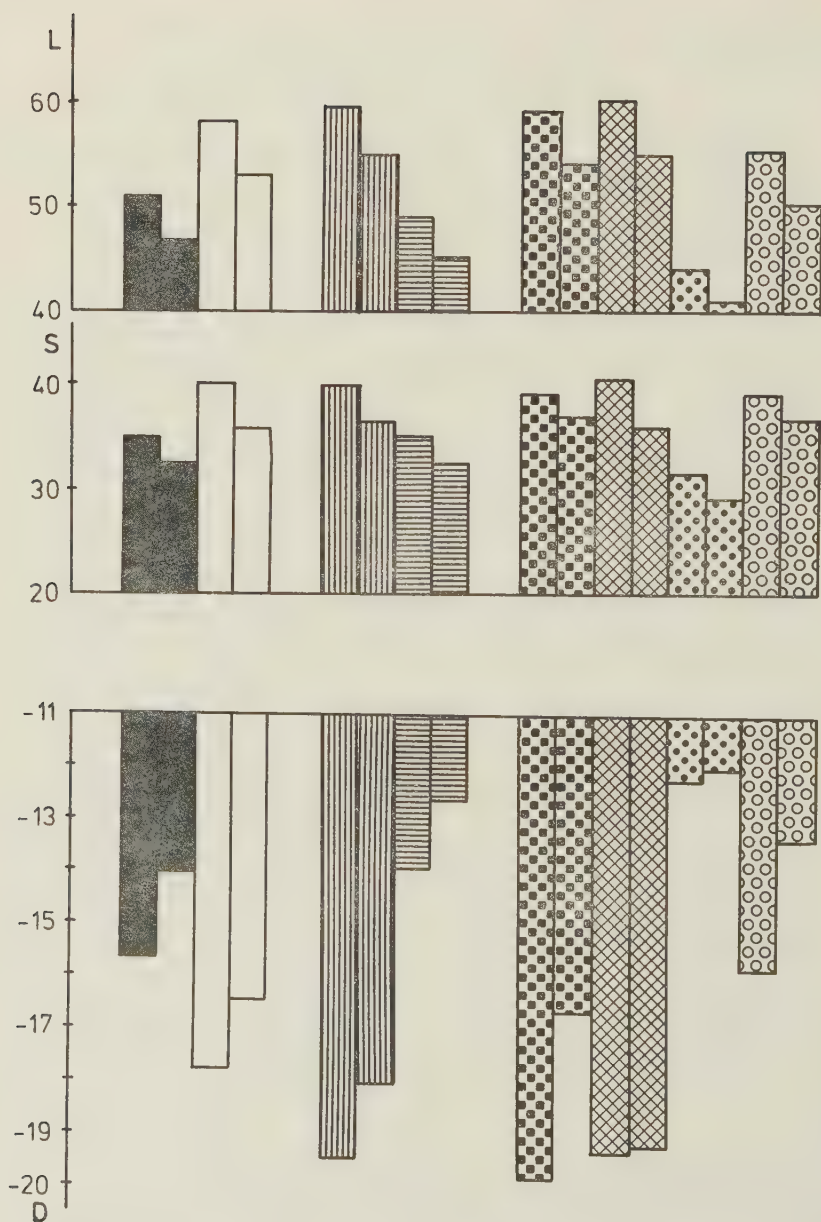


Abb. 17 Blutdruckamplitude beim Orthostase- Versuch.
Legende siehe Anhang.

6.1.2.5. Amplitudenfrequenzprodukt PAF (Abb. 18)

Beim L- Wert zeigten die Nicht- Wetterfühligten mit $38,3 \text{ mm Hg min}^{-1}$ den höheren Wert als die Wetterfühligten mit $34,9 \text{ mm Hg min}^{-1}$ ($p = 0,15$). Wetterfähige und nicht wetterfähige Männer unterschieden sich nicht, aber nicht wetterfähige Frauen lagen mit $36,5 \text{ mm Hg min}^{-1}$ höher ($p = 0,10$) als wetterfähige mit $31,5 \text{ mm Hg min}^{-1}$.

Es bestand eine starke Geschlechtsabhängigkeit der L- Werte. Männer hatten das hochsignifikant ($p = 0,01$) höhere PAF mit $39,4 \text{ mm Hg min}^{-1}$ als Frauen mit $33,8 \text{ mm Hg min}^{-1}$. Es traten zwischen nicht wetterfähigen Männern und nicht wetterfähigen Frauen keine signifikanten Unterschiede auf, wohl aber zwischen wetterfähigen Männern und wetterfähigen Frauen: das PAF der Männer war um $7,5 \text{ mm Hg min}^{-1}$ höher als das der Frauen. Der Unterschied war mit $p = 0,025$ signifikant. Geschlechtsunterschiede beeinflussen also nur das Kollektiv der Wetterfähigen.

Das PAF im Stehen (S- Wert) ist nur bei wetterfähigen Frauen niedriger ($p = 0,10$) als bei nicht wetterfähigen. Genauso wie beim L- Wert ist auch hier das PAF der wetterfähigen Frauen kleiner als das der wetterfähigen Männer. Nicht wetterfähige Männer und nicht wetterfähige Frauen unterscheiden sich jedoch nicht. Die Geschlechtsabhängigkeit des S- Werts ist gering: Frauen lagen nur auf dem $p = 0,20$ - Niveau niedriger. Als wir alle nicht wetterfähigen Probanden mit wetterfähigen Männern und wetterfähigen Frauen verglichen, zeigten erstere keinen signifikanten Unterschied zum Kollektiv der Nicht- Wetterfühligten; die wetterfähigen Frauen jedoch lagen auf dem $p = 0,05$ - Niveau niedriger.

Der D- Wert zeigte ausschließlich Geschlechtsabhängigkeit. Das PAF verringerte sich bei Frauen weniger als bei Männern.

Zur Vereinfachung der beschriebenen und in Abb. 18 dargestellten PAF- Werte wurde der errechnete PAF- Betrag durch hundert geteilt.

L- Wert: $N\sigma > W\sigma > N\phi > W\phi$
 S- Wert: $W\sigma > N\phi > N\sigma > W\phi$
 D- Wert: $N\sigma > W\sigma > N\phi > W\phi$

Ergebnis der Varianzanalysen

	L	S	D
Wetterföhliche - Nicht- Wetterföhliche	+	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Männer	0	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Frauen	+	+	0
Männer - Frauen	---	-	-
wetterföhliche Männer - wetterföhliche Frauen	--	-	0
nicht wetterföhliche Männer - nicht wetterföhliche Frauen	0	0	-
Nicht- Wetterföhliche - wetterföhliche Männer	0	0	0
Nicht- Wetterföhliche - wetterföhliche Frauen	---	--	0

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	L	S	D
wetterföhliche Probanden	-	-	-
nicht wetterföhliche Probanden	-	-	-
Männer	-	-	-
Frauen	-	-	-
wetterföhliche Männer	-	-	-
nicht wetterföhliche Männer	-	-	-
wetterföhliche Frauen	-	-	-
nicht wetterföhliche Frauen	-	-	-

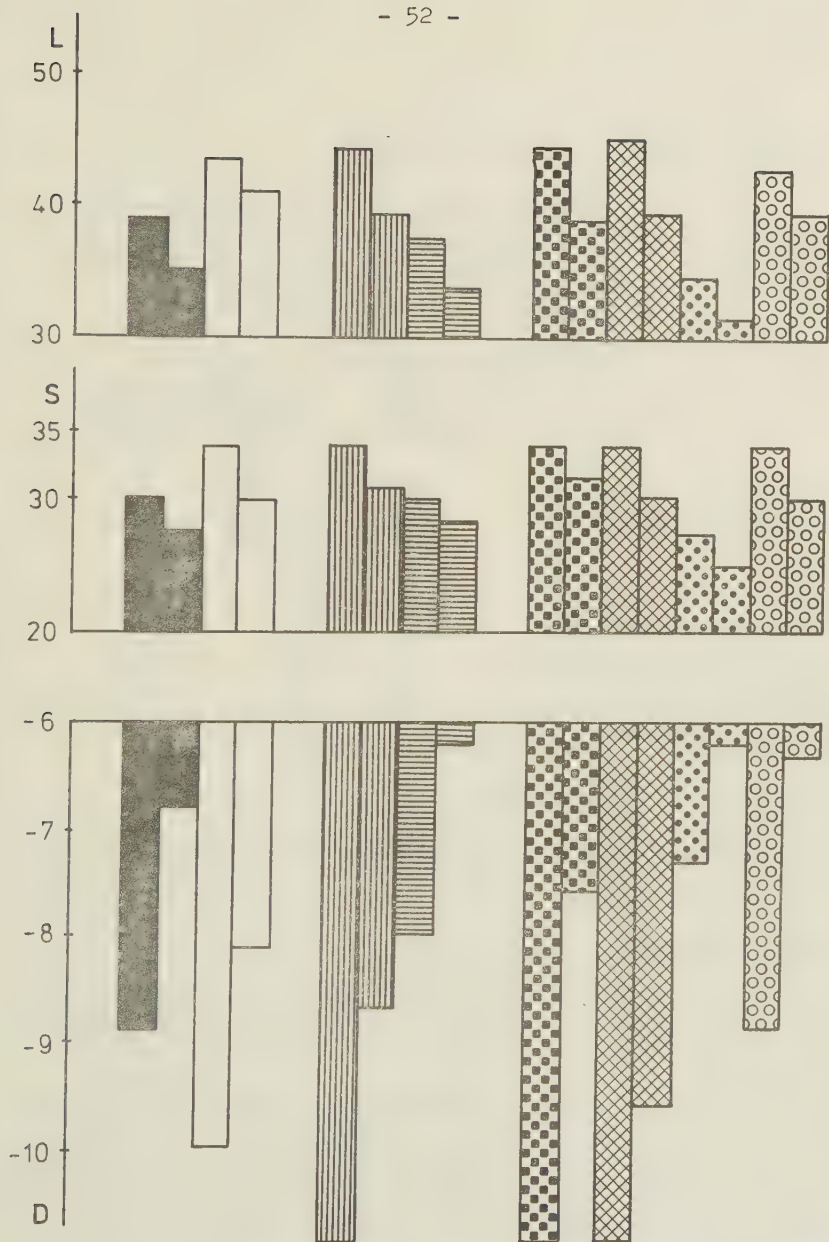


Abb. 18 Amplitudenfrequenzprodukt beim Orthostase- Versuch.
Legende siehe Anhang.

6.1.3. Herzminutenvolumenschätzung HMV

Die errechneten Herzminutenvolumina der einzelnen Probandengruppen sind in Tab. 2 zusammengestellt. Vereinbarungsgemäß (Seite 26) werden die Werte ohne Dimension angegeben, doch kann man sie näherungsweise als ml min^{-1} betrachten.

	im Liegen	im Stehen	HMV- Änderung beim Aufstehen
Wetterfühlige	3753	3384	- 369
Nicht- Wetterfühlige	4096	3513	- 583
Männer	3973	3509	- 464
Frauen	3876	3389	- 487
wetterfühlige Männer	3877	3455	- 422
nicht wetterfühlige Männer	4069	3562	- 507
wetterfühlige Frauen	3629	3314	- 315
nicht wetterfühlige Frauen	4122	3463	- 476
Mittelwert (M) aller Probanden	3925	3449	- 476

Tab.2 Herzminutenvolumina einzelner Probandengruppen

6.1.3.1. Herzminutenvolumen im Liegen

In Abb. 19 ist dargestellt, um wie viel einzelne Probandengruppen unter oder über dem Mittelwert (M) aller Teilnehmer liegen.

Nicht- Wetterfühlige hatten ein um durchschnittlich 343 höheres Ruhe- HMV als Wetterfühlige. Die geringsten Unterschiede zeigten sich beim Vergleich von Männern mit Frauen. Die Differenzen werden jedoch bedeutend größer, wenn wir wetterfühlige mit nicht wetterfähigen Männern vergleichen. Letztere lagen um 192 höher als erstere.

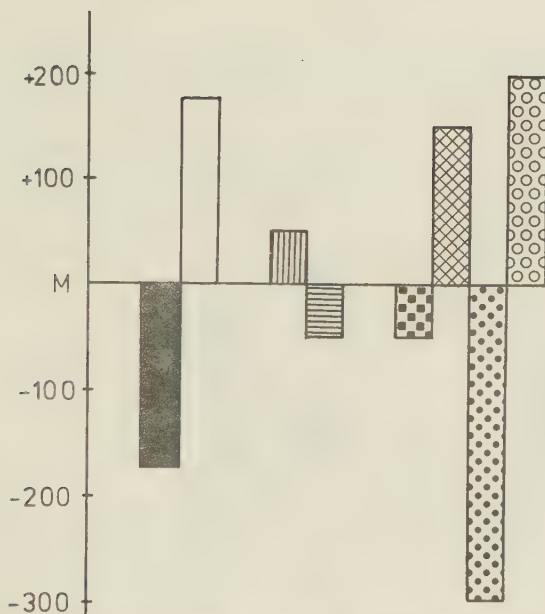


Abb. 19 Herzminutenvolumen nach 10 min Ruhe. Legende siehe Anhang.

Ganz besonders stark weichen die Frauen vom Mittelwert M aller Probanden ab. Auch hier hatten die nicht wetterföhlichen unter ihnen das höhere HMV als die wetterföhlichen. Der Unterschied betrug 493.

Aus dem Histogramm geht also hervor, daß das HMV nicht wetterföhlicher Probandengruppen über dem Gesamtmittelwert M liegt, das HMV Wetterföhlicher mit ihren Untergruppen jedoch darunter.

6.1.3.2. Herzminutenvolumenänderung beim Aufstehen (Abb. 20)

Das HMV Wetterföhlicher fiel beim Aufstehen um 214 weniger als das Nicht- Wetterföhlicher. Männer- und Frauengruppe unterschieden sich nicht; beider HMV sank praktisch um den selben Betrag ab.

Zur Separierung von Wetterföhlichen und Nicht- Wetterföhlichen trugen hauptsächlich die Frauen bei. Das HMV nicht wetter-

fühlicher unter ihnen fiel um den Betrag von 344 mehr ab als das der wetterfähigen.

Der Vergleich des HMV- Abfalls aller Gruppen zeigt, daß Nicht-Wetterfähige mit ihren Geschlechtsuntergruppen den größeren HMV- Abfall beim Aufstehen zeigten als Wetterfähige.

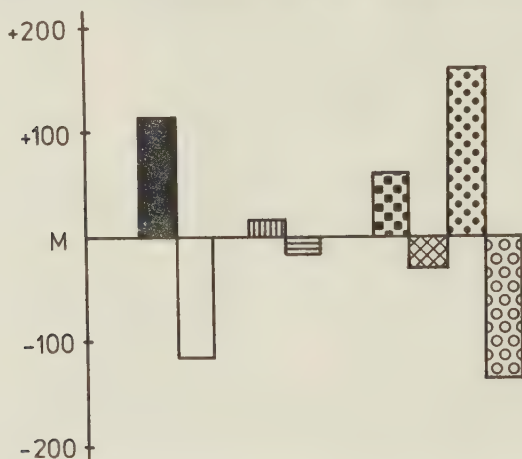


Abb. 20 Herzminutenvolumenänderung beim Aufstehen.
Legende siehe Anhang.

6.1.3.3. Herzminutenvolumen nach einer Minute Stehen

Ein Blick auf das HMV einzelner Gruppen im Stehen (Abb. 21) zeigt, daß hier die selben Verhältnisse vorliegen wie beim HMV im Liegen, nur sind die Mittelwertsunterschiede zwischen den Probandenkollektiven geringer. Die Messung dieser Größe ist also für die Separierung unserer Gruppen weniger geeignet.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Nicht- Wetterfähige, sowie nicht wetterfähige Männer und nicht wetterfähige Frauen den größeren HMV- Abfall beim Aufstehen hatten als Wetterfähige, wetterfähige Männer und wetterfähige Frauen. Zudem wiesen sie auch das größere HMV im Liegen und im Stehen auf. Nicht- Wetterfähige und ihre Geschlechtsuntergruppen starteten

also von höherem Niveau und fielen um den größeren Betrag, blieben aber trotzdem noch auf dem höheren Niveau als Wetterföhliche.

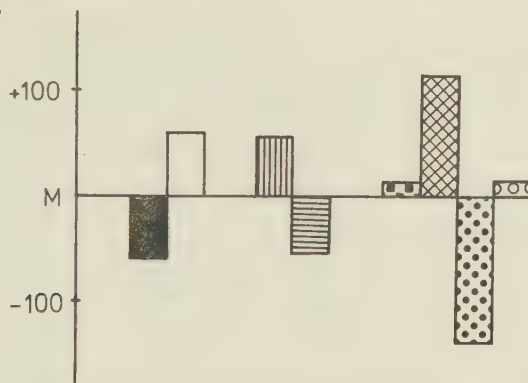


Abb. 21 Herzminutenvolumen nach 1 min Stehen. Legende siehe Anhang.

6.1.4. Vorzeichen der Herzminutenvolumenänderung beim Aufstehen

Im vorangegangenen Abschnitt wurde der HMV- Abfall beim Aufstehen als Mittelwert bei verschiedenen Probandengruppen ausgedrückt. Wie wir sahen, kam es dabei durchwegs zu HMV- Abfällen.

Nicht berücksichtigt blieb bei dieser Betrachtungsweise die Tatsache, daß ein Teil der Probanden beim Aufstehen mit einem HMV- Anstieg reagierte.

Um festzustellen, ob ein HMV- Anstieg (+) oder - Abfall (-) bei bestimmten Teilnehmergruppen gehäuft auftritt, wurde in jeder Gruppe die Anzahl der Versuchspersonen bestimmt, die die beiden möglichen Reaktionen zeigte (Tab. 3).

Um die Tabelle übersichtlicher zu gestalten, wurde für jede der vierundzwanzig Teilnehmergruppen noch die Differenz (Δ) aus der Zahl der Probanden mit HMV- Anstieg und der mit HMV- Abfall gebildet. Aus dem Vorzeichen ist dann ersichtlich, ob

die Zahl der Versuchspersonen mit Anstieg oder derer mit Abfall überwiegt.

	Geburtsjahrgang						
	1900-19		1920-39		1940-50		Σ
a) Wetterfähige (n = 48)	5+ 12-	Δ 7-	8+ 9-	Δ 1-	8+ 6-	Δ 2+	21+ 27-
b) Nicht- Wetterfähige (n = 49)	4+ 13-	9-	4+ 12-	8-	8+ 8-	0	16+ 33-
c) Männer (n = 49)	4+ 14-	10-	6+ 10-	4-	8+ 7-	1+	18+ 31-
d) Frauen (n = 48)	5+ 11-	6-	6+ 11-	5-	8+ 7-	1+	19+ 29-
e) wetterfähige Männer (n = 22)	3+ 5-	2-	4+ 4-	0	2+ 4-	2-	9+ 13-
f) nicht wetterfähige Männer (n = 27)	1+ 9-	8-	2+ 6-	4-	6+ 3-	3+	9+ 18-
g) wetterfähige Frauen (n = 26)	2+ 7-	5-	4+ 5-	1-	6+ 2-	4+	12+ 14-
h) nicht wetterfähige Frauen (n = 22)	3+ 4-	1-	2+ 6-	4-	2+ 5-	3-	7+ 15-

Tab. 3 Vorzeichen der HMV- Änderung beim Aufstehen

Aus der Tabelle 3 geht eindeutig hervor, daß mit Ausnahme der Gruppen e und h bei allen Probandenkollektiven mit steigendem Alter das HMV beim Aufstehen zunehmend häufiger abfiel als anstieg. Bei wetterfähigen Männern und nicht wetterfähigen Frauen war diese Tendenz nicht nachzuweisen.

Wenn wir also HMV- Änderungen beurteilen wollen, dürfen wir nur etwa gleichaltrige Gruppen vergleichen.

Am interessantesten sind zweifellos die Werte der Gruppe mittleren Alters (Geburtsjahrgang 1920- 39). Hier zeichnete sich am deutlichsten die Tendenz zum Überwiegen des HMV- Abfalls bei

den nicht wetterfähigen Probanden ab. Während bei den Wetterfähigen etwa gleich viele Versuchspersonen mit HMV- Anstieg oder -Abfall reagierten, traten bei den Nicht- Wetterfähigen dreimal so viele Probanden mit Abfall als solche mit Anstieg auf. Geschlechtsunterschiede spielen bei diesem Ergebnis keine Rolle, denn auch der Vergleich wetterfähiger Männer mit wetterfähigen Frauen bzw. nicht wetterfähiger Männer mit nicht wetterfähigen Frauen zeigte dasselbe Resultat.

Selbst dann, wenn wir nicht nach Altersgruppen, sondern nur nach den Kollektiven a bis h aufgliedern (statt der Spalten Δ gilt dann die Spalte Σ), ist der häufigere Abfall des HMV bei Nicht- Wetterfähigen und ihren Geschlechtsuntergruppen deutlich. Durch die Aufteilung in drei Altersgruppen läßt sich nur noch zusätzlich erkennen, daß hauptsächlich die Geburtsjahrgänge 1920-39 den Ausfall dieses Ergebnisses bestimmt haben.

6.1.5. Vegetativer Index (VI) nach Kérdö

6.1.5.1. Vegetativer Index nach elf Minuten Liegen

Ein Vergleich der vegetativen Indices beim ersten und zweiten Versuch zeigte, daß die Relationen unter den Teilnehmergruppen beide Male gleich blieben. Die am liegenden Probanden erhaltenen Werte waren beim zweiten Versuch deutlicher gespreizt, wogegen die Meßwerte nach dem Aufstehen beim ersten Versuch eindrucksvoller waren.

	n	Mittelwert	S
Wetterfähige	48	18,15	ns
Nicht- Wetterfähige	49	21,50	
Männer	49	16,30	0,001
Frauen	48	23,35	
wetterfähige Männer	22	13,30	ns
nicht wetterfähige Männer	27	19,30	
wetterfähige Frauen	26	23,00	ns
nicht wetterfähige Frauen	22	23,70	

	n	Mittelwert	S
wetterfähige Männer	22	13,30	0,05
wetterfähige Frauen	26	23,00	
nicht wetterfähige Männer	27	19,30	ns
nicht wetterfähige Frauen	22	23,70	
Mittelwert (M) aller Probanden	97	19,83	

Tab. 4 Vegetativer Index im Liegen

In Abb. 22 ist dargestellt, um wieviel einzelne Gruppen unter oder über dem Mittelwert M aller Probanden lagen. Es zeigte sich, daß Nicht- Wetterfähige und Frauen über dem Durchschnitts- VI aller Probanden lagen, Wetterfähige und Männer jedoch darunter.

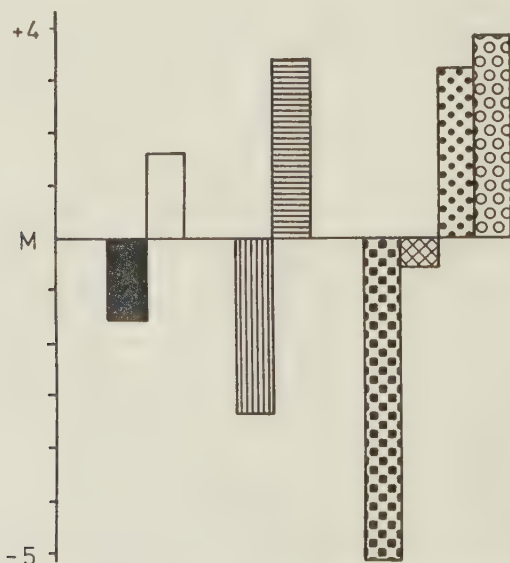


Abb. 22 Vegetativer Index im Liegen. Legende siehe Anhang.

Die größten Abweichungen vom Durchschnittswert wiesen die wetterfähigen Männer und die nicht wetterfähigen Frauen auf. Erstere lagen 6,5 unter, letztere 3,9 über dem Mittelwert aller Probanden.

Durch Varianzanalysen konnte nur ein statistisch hoch gesicherter Unterschied der vegetativen Indices beider Geschlechter nachgewiesen werden ($p = 0,001$). An diesem Unterschied hatten die wetterfähigen Männer den größten Anteil; wenn man nämlich noch die beiden letzten Varianzanalysen hinzunimmt, erkennt man, daß wetterfähige und nicht wetterfähige Frauen sowie nicht wetterfähige Männer etwa den gleichen Mittelwert haben. Bei wetterfähigen Männern ist die Abweichung des Mittelwerts von dem der genannten drei Gruppen so groß, daß er bereits unter der 5%- Irrtumswahrscheinlichkeit liegt.

Dieser erste Überblick genügt jedoch nicht. Zusätzlich muß berücksichtigt werden, daß der vegetative Index in wesentlichem Zusammenhang mit dem Durchschnittsalter der Personengruppen steht. Abb. 23 zeigt diese Abhängigkeit.

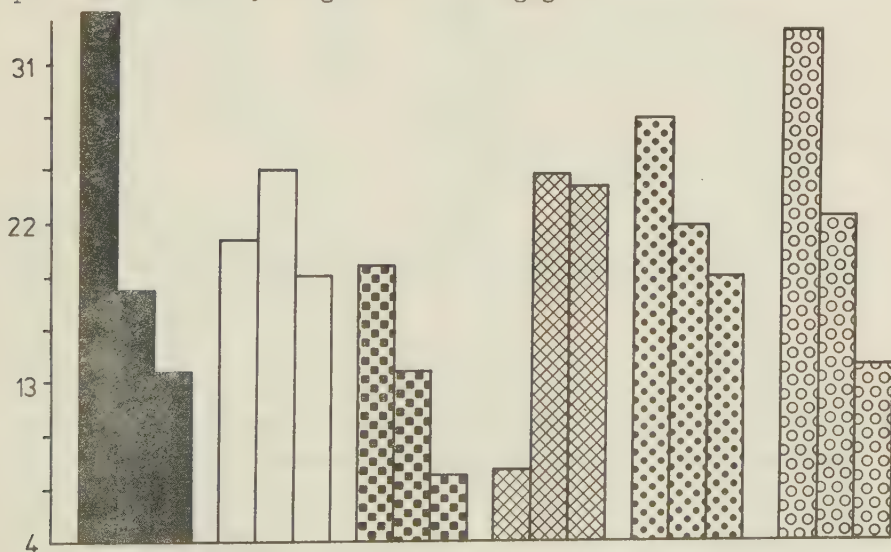


Abb. 23 Abhängigkeit des vegetativen Index vom Durchschnittsalter der Probandengruppe. Legende im Anhang. Die Säulen gleicher Schraffur sind nach steigendem Alter der Gruppen geordnet (siehe S. 32).

Danach fällt der vegetative Index bei steigendem Durchschnittsalter der Gruppen von Wetterfühligen und wetterfühligen Männern sowie bei den beiden Frauengruppen ab. Der Index Nicht-Wetterfühliger ist bei allen Altersgruppen etwa gleich groß und nicht wetterfähige Männer zeigen bei steigendem Durchschnittsalter eindeutig die Tendenz zu höheren Werten.

Bei der Aufteilung des Probandenguts in drei Altersgruppen (S. 32) ergaben sich folgende Mittelwerte und altersbedingte Abweichungen (Tab. 5):

Wetterfähige	18,78 $\pm$ 5,17
Nicht- Wetterfähige	21,84 $\pm$ 2,74
Männer	17,09 $\pm$ 2,59
Frauen	23,49 $\pm$ 6,59
wetterfähige Männer	13,92 $\pm$ 6,18
nicht wetterfähige Männer	17,17 $\pm$ 8,28
wetterfähige Frauen	23,64 $\pm$ 4,16
nicht wetterfähige Frauen	23,84 $\pm$ 9,52

Tab. 5 Abweichung vom Mittelwert des vegetativen Index dreier Altersgruppen.

Auffällig ist die geringe altersbedingte Veränderung der Werte Nicht- Wetterfähiger und Männer bei steigendem Alter.

6.1.5.2. Vegetativer Index nach dem Aufstehen

Eine Minute nach dem Aufstehen wurden bei den einzelnen Probandengruppen folgende Mittelwerte gemessen: (Tab. 6):

	n	Mittelwert	S
Wetterfähige	48	6,25	ns
Nicht- Wetterfähige	49	8,60	
wetterfähige Männer	22	1,53	0,005
nicht wetterfähige Männer	27	8,09	
wetterfähige Frauen	26	11,19	ns
nicht wetterfähige Frauen	21	10,12	
Männer	49	4,80	0,025
Frauen	48	10,65	
Mittelwert (M) aller Probanden	97	7,47	

In Abbildung 24 fällt die statistisch gesicherte Differenz der Männer und Frauen vom Gesamtmittelwert auf. Zusätzlich ist der Meßwert- Unterschied zwischen wetterfähigen und nicht wetterfähigen Männern mit hoher Wahrscheinlichkeit (99,5%) gesichert.

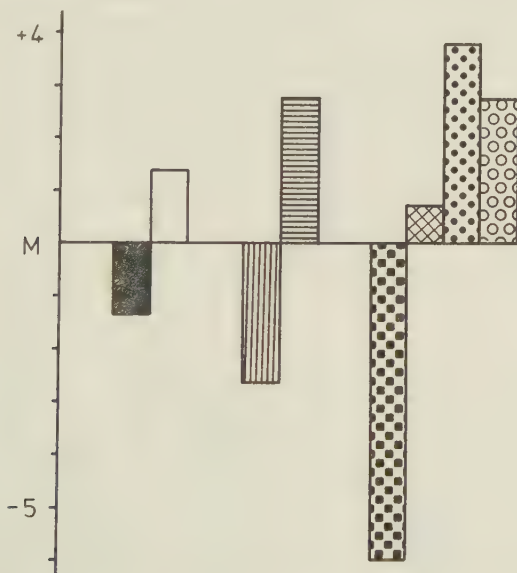


Abb. 24 Vegetativer Index nach dem Aufstehen. Legende siehe Anhang.

Der vegetative Index ist im Stehen genau so wie im Liegen stark vom Durchschnittsalter der Stichprobe abhängig. Bei den verschiedenen Altersgruppen fanden wir folgende Variabilität (Tab. 7):

Wetterfähige	$7,61 \pm 4,62$
Nicht- Wetterfähige	$8,82 \pm 1,56$
Männer	$4,91 \pm 1,23$
Frauen	$11,93 \pm 3,87$
wetterfähige Männer	$2,14 \pm 5,21$
nicht wetterfähige Männer	$6,13 \pm 6,10$
wetterfähige Frauen	$12,24 \pm 4,87$
nicht wetterfähige Frauen	$11,93 \pm 3,87$

Tab. 7 Abweichung vom Mittelwert des vegetativen Index dreier Altersgruppen im Stehen.

Ein Zusammenhang zwischen Wetterföhligkeit und Geschlecht einerseits und Alter andererseits ergab sich, als wir wetterföhlige und nicht wetterföhlige Männer und Frauen in drei Altersgruppen aufteilten und nur noch Gruppen der gleichen Altersklasse verglichen. Dabei stellte sich heraus, daß sich zwei Gruppen mit zunehmendem Alter mit immer größer werdender Wahrscheinlichkeit separieren ließen. Es darf nicht der Eindruck erweckt werden, als ob hier aus einer Querschnittsuntersuchung Ergebnisse eines Längsschnitts abgelesen würden. Wir stellen daher nur die vegetativen Indices verschiedener Altersgruppen (S. 19) in Form von Histogrammen einander gegenüber.

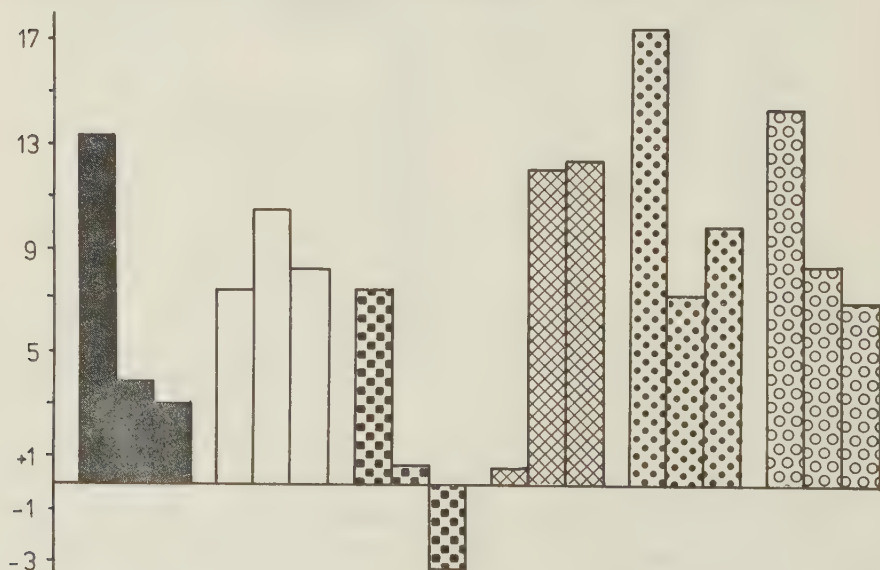


Abb. 25 Abhängigkeit des vegetativen Index vom Durchschnittsalter der Probandengruppe. Legende siehe Anhang.

Als Beispiel seien wetterföhlige und nicht wetterföhlige Männer angeführt: die Werte der Männer des Geburtsjahrgangs 1940-50 unterscheiden sich nicht signifikant, die der Männer des Jahrgangs 1920-39 haben bereits nur noch annähernd 5% Irrtumswahrscheinlichkeit und die der Jahrgänge 1900-19 sind mit einer Wahrscheinlichkeit von 99% zu trennen.

Der vegetative Index änderte sich mit zunehmendem Alter der Stichprobe in unterschiedlicher Weise.

1. Bei Frauen zeigte der VI mit steigendem Alter der Gruppe niedrigere Werte. Wetterfähige und nicht wetterfähige Frauen unterschieden sich nur geringfügig. Die gleiche Tendenz boten die Kollektive aller wetterfähiger Probanden und wetterfähiger Männer. Allerdings starteten diese Gruppen mit signifikant niedrigerem VI und fielen auf hoch signifikant niedrigere Indices als Frauen mit ihren Untergruppen.
2. Bei Nicht- Wetterfähigen sowie bei Männern blieb der Wert des VI bei den drei Altersgruppen etwa gleich. Nicht wetterfähige Männer zeichneten sich dadurch aus, daß ihr VI mit steigendem Durchschnittsalter der Gruppe stärker positiven Werten zustrebte.

Wir sehen also, daß sich trotz eingangs erwähnter Homogenität der Gruppen (auch hinsichtlich des Alters) ein Wetterfähigen- und ein Nicht- Wetterfähigenkollektiv mit Hilfe seiner vegetativen Indices nicht hinreichend trennen lassen, daß dies aber bei wetterfähigen und nicht wetterfähigen Männern möglich ist.

6.2. Ergometerbelastung

6.2.1. Darstellung des Verlaufs einzelner Meß- und Rechengrößen bei verschiedenen Probandengruppen

Zunächst werden die Mittelwerte verschiedener Probandengruppen während jeder Minute des Versuchsablaufs dargestellt. Wir beginnen mit dem Kollektiv Wetterfähiger und Nicht- Wetterfähiger (Abb. 26). Die Messungen der 14. und 15. Minute wollen wir bei der Betrachtung zunächst ausklammern. Hier war nämlich die Homogenität des Probandenguts nicht mehr gegeben, weil die

weniger trainierten Teilnehmer den Versuch nur etwa bis zur 13. Minute durchhielten, die letzten zwei Messungen also fast ausschließlich an gut trainierten Probanden vorgenommen wurden.

Was das Verhalten von systolischem Blutdruck und Pulsfrequenz betraf, konnten wir keine Unterschiede zwischen Wetterfühligen und Nicht- Wetterfühligen feststellen. Die Werte des diastolischen Drucks jedoch differierten sowohl in Ruhe wie auch bei Belastung stärker und zwar in dem Sinne, daß Wetterfühlige durchwegs den um ca. 5 mm Hg höheren diast. Druck aufwiesen.

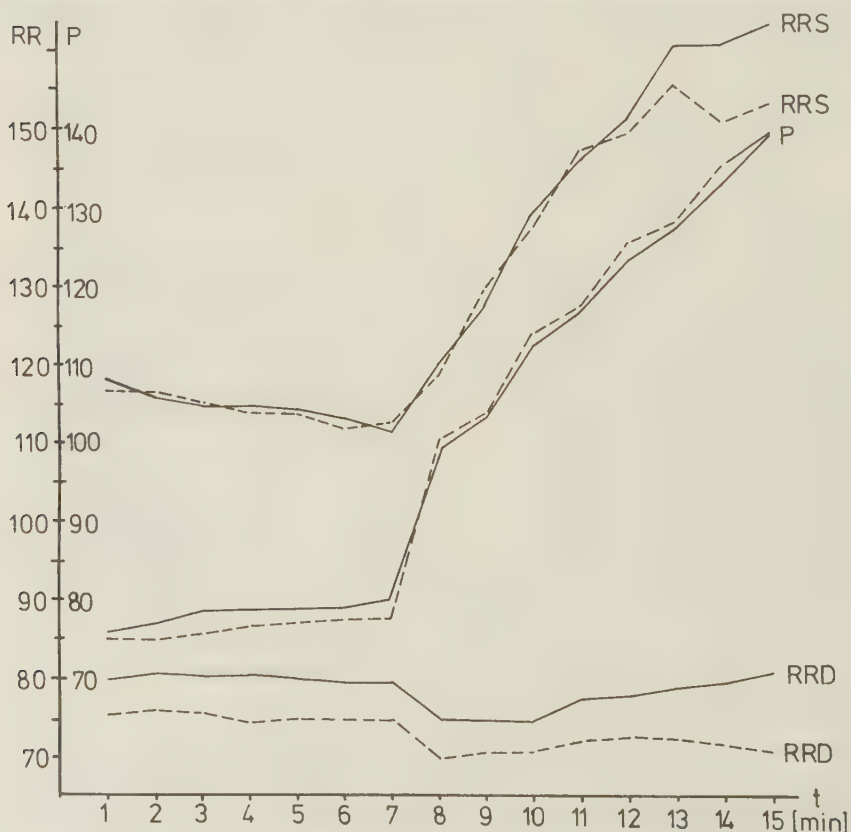


Abb. 26 Systolischer (RRS) und diastolischer (RRD) Druck, Pulsfrequenz (P) bei ergometrischer Belastung. Wetterfühlige ———, Nicht- Wetterfühlige - - - - -

Den prinzipiell gleichen Verlauf nahmen die Kurven von syst. und diast. Blutdruck sowie der Pulsfrequenz beim Vergleich wetterföhlicher und nicht wetterföhlicher Männer. Auch hier lag in Ruhe und bei Belastung der diast. Druck wetterföhlicher Männer höher als der nicht wetterföhlicher. Zudem zeigten erstere den geringfügig höheren syst. Druck.

Bei der Gegenüberstellung wetterföhlicher und nicht wetterföhlicher Frauen (Abb. 27) wiesen erstere den deutlich höheren diast. Druck auf. Zudem lag bei ihnen der syst. Druck niedriger.

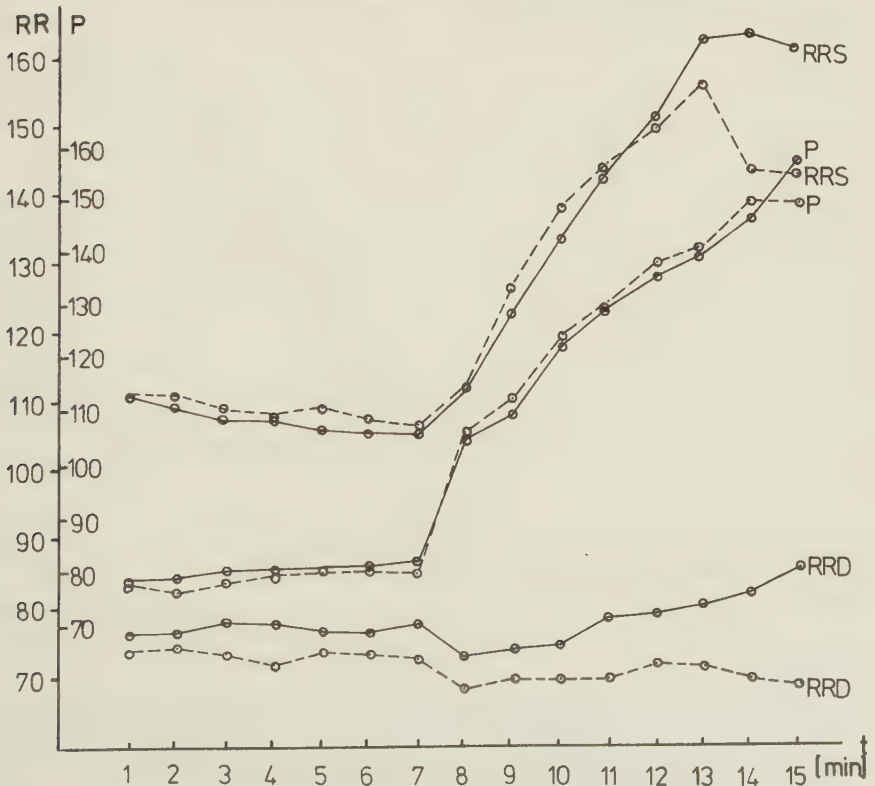


Abb. 27 Systolischer (RRS) und diastolischer (RRD) Druck, sowie Pulsfrequenz (P) bei ergometrischer Belastung.
Wetterföhliche Frauen —●—
Nicht- Wetterföhliche Frauen - - -○-

Darstellung der Blutdruckamplitude (AMP)

Wetterfähige Männer und wetterfähige Frauen wiesen in Ruhe die deutlich kleinere Blutdruckamplitude auf als nicht wetterfähige Männer und nicht wetterfähige Frauen.

Während das AMP wetterfähiger Männer bei Belastung etwa in dem selben Maße anstieg wie das der nicht wetterfähigen, waren die Unterschiede bei den Frauen deutlicher ausgeprägt: nicht wetterfähige Frauen hatten auf jeder Belastungsstufe die größere Blutdruckamplitude.

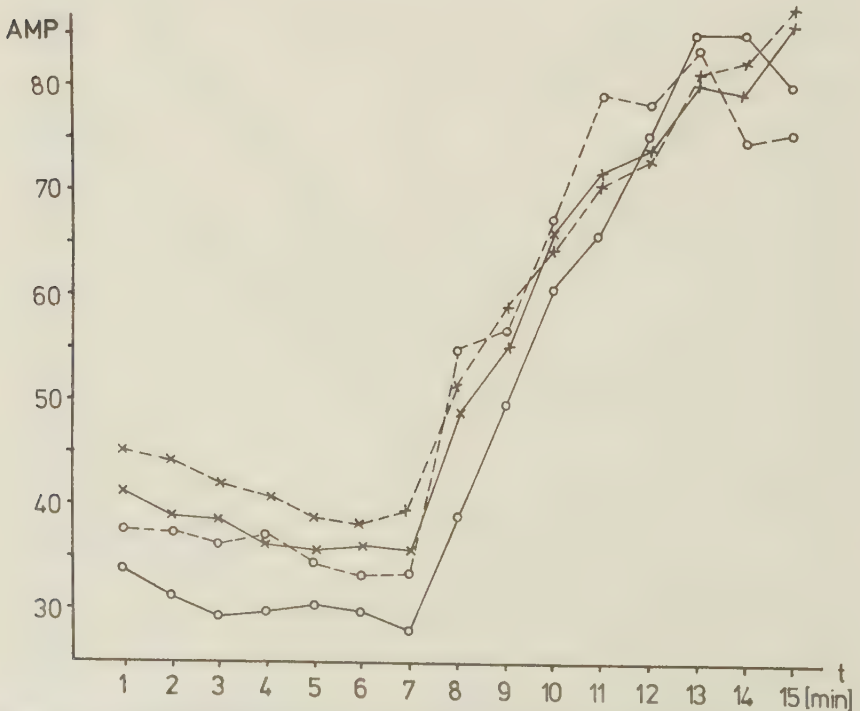


Abb. 28 Blutdruckamplitude bei ergometrischer Belastung.

Wetterfähige Männer x — x
nicht wetterfähige Männer x - - x
wetterfähige Frauen o — o
nicht wetterfähige Frauen o - - o

Darstellung des Amplitudenfrequenzprodukts (PAF)

Wetterföhliche und nicht wetterföhliche Männer unterschieden sich nicht nennenswert. Doch fällt sowohl bei ihnen wie auch bei wetterföhlichen und nicht wetterföhlichen Frauen (Abb. 29) das in Ruhe und bei Belastung höhere PAF der nicht wetterföhlichen Teilnehmer auf.

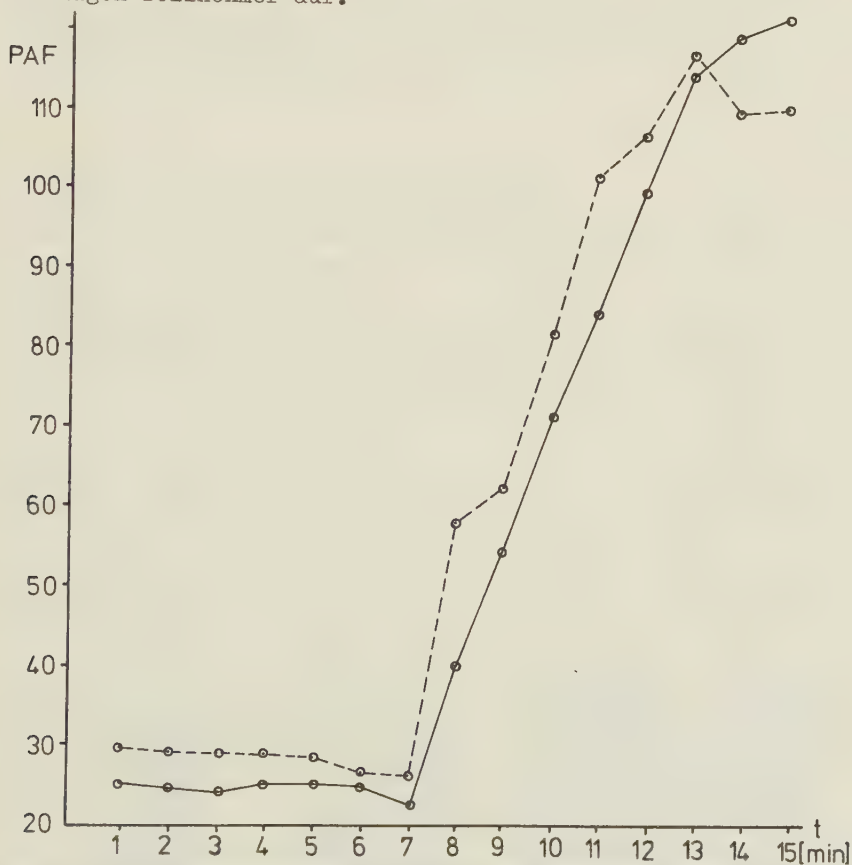


Abb. 29 Amplitudenfrequenzprodukt bei ergometrischer Belastung.

Wetterföhliche Frauen —○—
 nicht wetterföhliche Frauen - - -○-

6.2.2. Mittelwerte von A-, R- und W- Werten bei verschiedenen Probandengruppen

Die Darstellungsart der Mittelwerte einzelner Größen bei verschiedenen Probandengruppen ist die selbe, wie sie bereits beim Stehversuch nach Schellong benutzt wurde. Auch die Ergebnisse der Varianzanalysen und der Vergleich von 1. und 2. Versuch werden in der selben Reihenfolge und Art beschrieben.

6.2.2.1. Pulsfrequenz (Abb. 30)

Beim Vergleich der extrapolierten Ruhepulsfrequenz (A- Wert) verschiedener Teilnehmerkollektive lagen die Nicht- Wetterfühlig-
en mit 81,4 / min höher als die Wetterfühlig-
en mit 78,5/min.

Wetterfühlige und nicht wetterfähige Männer unterschieden sich praktisch nicht; nicht wetterfähige Frauen hatten mit 80,9 / min die höhere Pulsfrequenz als wetterfähige mit 76,0 / min.

Der Vergleich von Männern und Frauen wird bei Belastung nicht herangezogen, da ja die körperliche Leistungsfähigkeit von Frauen in Dauer-, Kraft- und Schnellkraftleistungen absolut als auch relativ erheblich kleiner ist als die der Männer. Ein Vergleich der Ruhepulsfrequenz ist aber zulässig. Die Gegenüberstellung von Männern und Frauen sowie von wetterfähigen Männern und wetterfähigen Frauen zeigte als Ergebnis die höhere Pulsfrequenz des gesamten Männerkollektivs und der wetterfähigen Männer. Überraschenderweise gab es aber keine Unterschiede der Pulsfrequenz nicht wetterfähiger Männer und nicht wetterfähiger Frauen.

Der R- und W- Wert bot hinsichtlich unserer Fragestellung "wetterfähig" oder "nicht wetterfähig" keine Unterscheidungsmöglichkeit.

Ergebnis der Varianzanalysen

	A	R	W
Wetterföhliche - Nicht- Wetterföhliche	+	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Männer	0	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Frauen	+	0	0
Männer - Frauen	-	+++	---
wetterföhliche Männer - wetterföhliche Frauen	-	+++	---
nicht wetterföhliche Männer - nicht wetterföhliche Frauen	0	+++	---

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	A	R	W
Wetterföhliche	0	0	+
Nicht- Wetterföhliche	0	0	0
wetterföhliche Männer	0	0	+
nicht wetterföhliche Männer	0	0	0
wetterföhliche Frauen	0	-	+
nicht wetterföhliche Frauen	0	-	+
Männer	0	+	0
Frauen	0	-	+

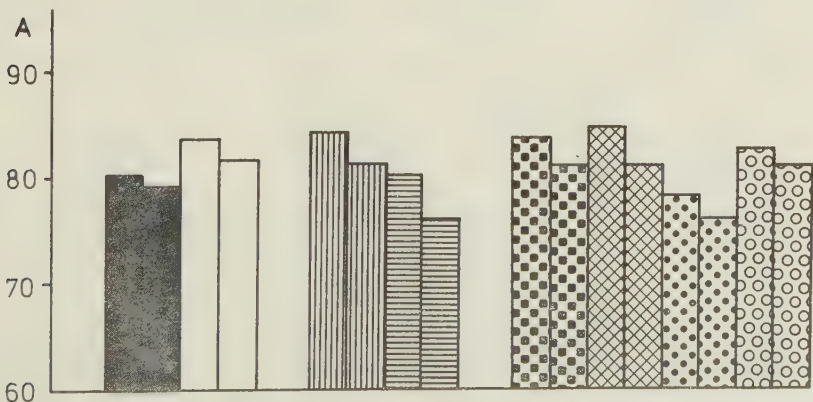


Abb. 30a Pulsfrequenz P bei ergometrischer Belastung. Legende siehe Anhang.

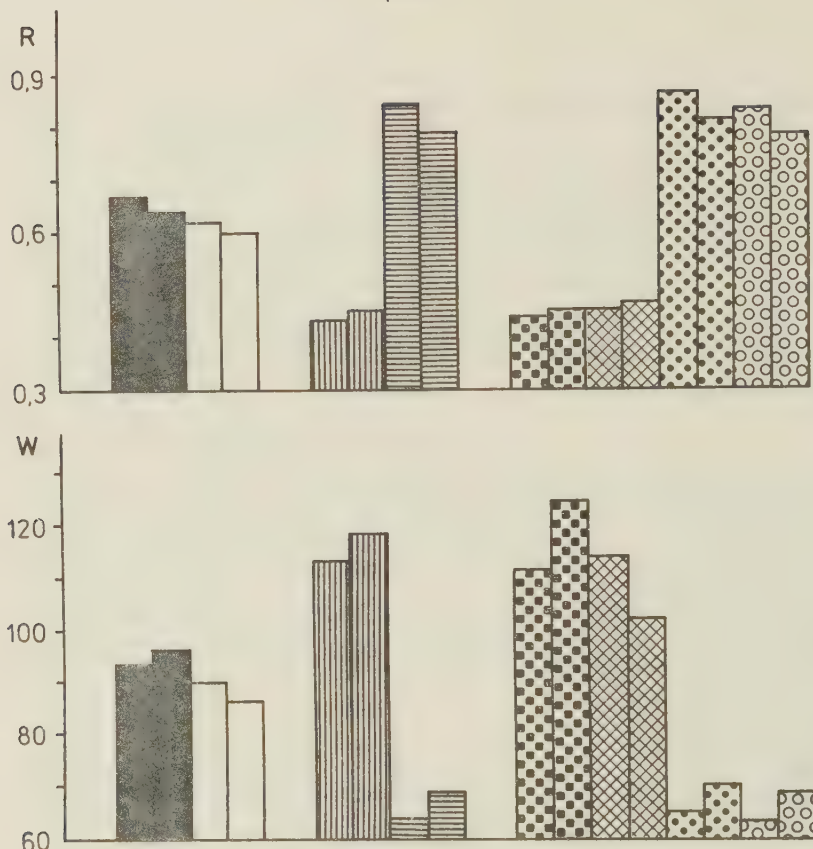


Abb. 30b Pulsfrequenz P bei ergometrischer Belastung. Legende siehe Anhang.

6.2.2.2. Systolischer Blutdruck RRS (Abb. 31)

Der Unterschied der extrapolierten syst. Blutdrucke (A- Wert) bei verschiedenen Probandengruppen lag außer beim Vergleich der beiden Geschlechter unter der $p = 0,2$ - Signifikanzschranke.

Die nicht wetterfühligten Teilnehmer boten beim ersten Versuch (Blindversuch) den höheren syst. Druck als die wetterfühligten; ebenso war der Druck nicht wetterfühligter Frauen höher als der wetterfühligter ($p = 0,05$). Beim zweiten Versuch waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probandengruppen mehr festzustellen.

Genau_so uncharakteristisch fiel der Vergleich von R- und W-
Werten bei den einzelnen Teilnehmerkollektiven aus.

Ergebnis der Varianzanalysen

	A	R	W
Wetterföhlige - Nicht- Wetterföhlige	O	O	O
wetterföhlige - nicht wetterföhlige Männer	O	O	O
wetterföhlige - nicht wetterföhlige Frauen	O	O	O
Männer - Frauen	---	---	---

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	A	R	W
Wetterföhlige	-	O	O
Nicht- Wetterföhlige	-	+	O
wetterföhlige Männer	-	O	O
nicht wetterföhlige Männer	-	+	O
wetterföhlige Frauen	-	O	O
nicht wetterföhlige Frauen	-	+	O
Männer	-	+	O
Frauen	-	+	O

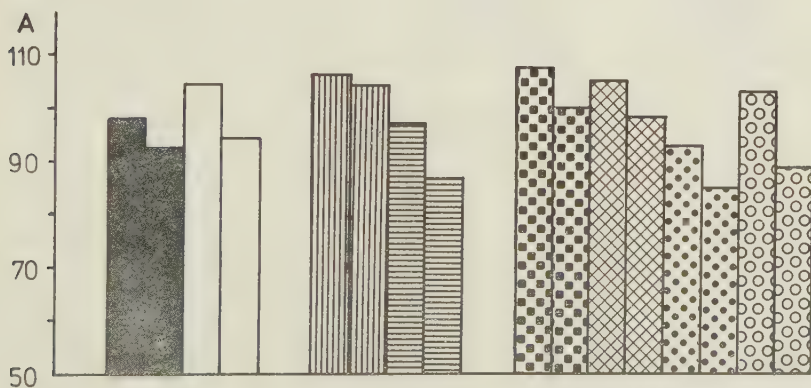


Abb. 31a Systolischer Blutdruck bei ergometrischer Belastung.
Legende siehe Anhang.

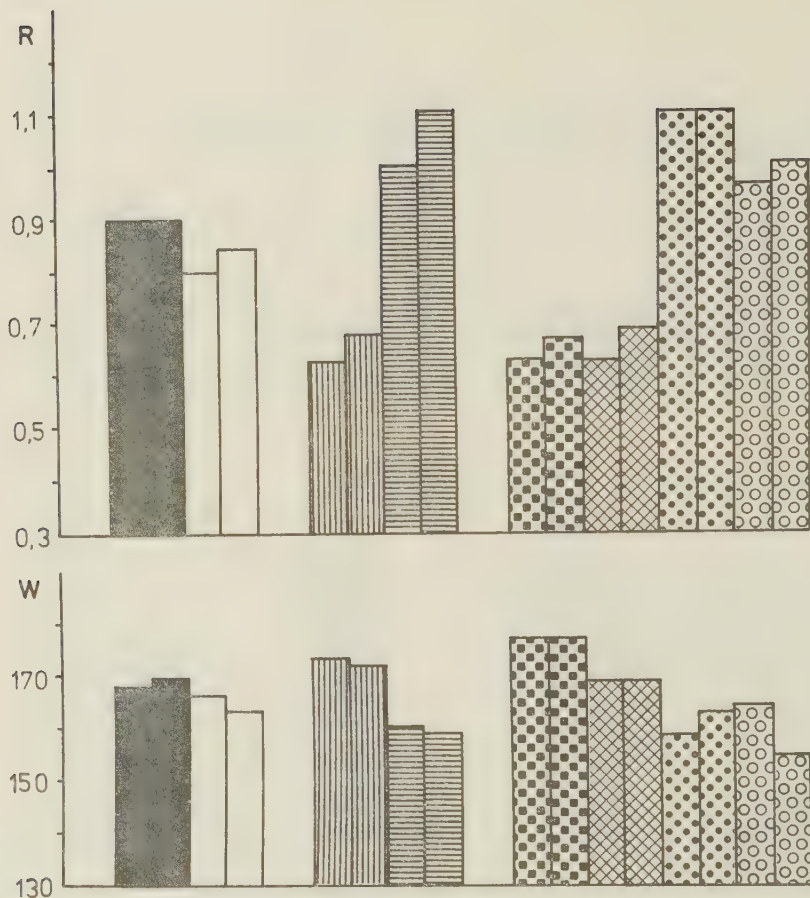


Abb. 31b Systolischer Blutdruck RRS bei ergometrischer Belastung. Legende siehe Anhang.

6.2.2.3. Diastolischer Blutdruck RRD (Abb. 32)

Völlig uncharakteristische Werte ergab die Messung des extrapolierten diastolischen Blutdrucks (A- Wert) bei Wetterföhigen und Nicht- Wetterföhigen und deren Geschlechtsuntergruppen. Sie alle zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Bei der Aufteilung nur nach Geschlechtern wiesen die Männer mit 71,0 mm Hg den signifikant ($p = 0,01$) höheren A- Wert auf als Frauen mit 67,1 mm Hg.

Wetterfähige Männer und Frauen unterschieden sich in ihrem R- Wert hoch signifikant ($p = 0,001$), nicht wetterfähige Männer und Frauen jedoch nicht. Da die Mittelwerte dieser vier Gruppen teilweise beträchtlich voneinander abwichen, muß angenommen werden, daß bei nicht wetterfähigen Männern und Frauen die Standardabweichung der Mittelwerte recht erheblich ist.

Es fiel auf, daß der W- Wert bei allen Probandengruppen ungefähr gleich groß war; weder hinsichtlich Geschlecht noch Wetterfähigkeit unterteilte Gruppen zeigten irgendwelche nennenswerten Unterschiede.

Ergebnis der Varianzanalysen

	A	R	W
Wetterfähige - Nicht- Wetterfähige	0	0	0
wetterfähige - nicht wetterfähige Männer	0	0	0
wetterfähige - nicht wetterfähige Frauen	0	0	0
Männer - Frauen	--	+++	--
wetterfähige Männer - wetterfähige Frauen	--	+++	0
nicht wetterfähige Männer - nicht wetterfähige Frauen	-	+	0

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	A	R	W
Wetterfähige	-	+	0
Nicht- Wetterfähige	-	+	0
wetterfähige Männer	-	+	0
nicht wetterfähige Männer	-	+	0
wetterfähige Frauen	-	+	0
nicht wetterfähige Frauen	-	+	0

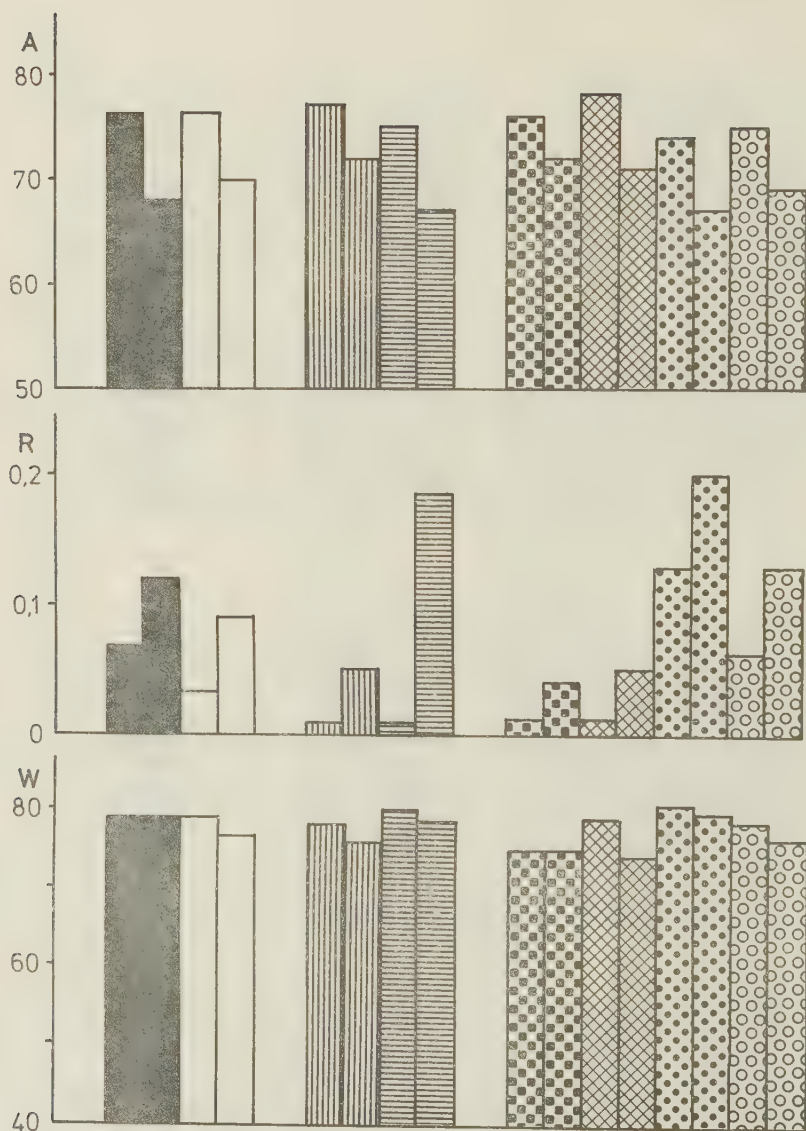


Abb. 32 Diastolischer Blutdruck bei ergometrischer Belastung.
Legende siehe Anhang.

6.2.2.4. Blutdruckamplitude AMP (Abb. 33)

Die Blutdruckamplitude zeigte nur bei der Aufteilung nach Geschlechtern signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

Bei der Gruppierung der Probanden unter dem Gesichtspunkt "Wetterföhligkeit" bzw. "Nicht- Wetterföhligkeit" ergaben sich keinerlei nennenswerten Differenzen beim A- und R- Wert.

Ergebnis der Varianzanalysen

	A	R	W
Wetterföhlige - Nicht- Wetterföhlige	0	0	0
wetterföhlige - nicht wetterföhlige Männer	0	0	0
wetterföhlige - nicht wetterföhlige Frauen	0	0	0
Männer - Frauen	--	+++	0

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	A	R	W
Wetterföhlige	0	0	0
Nicht- Wetterföhlige	-	0	0
wetterföhlige Männer	-	0	0
nicht wetterföhlige Männer	0	0	0
wetterföhlige Frauen	+	0	+
nicht wetterföhlige Frauen	-	0	-

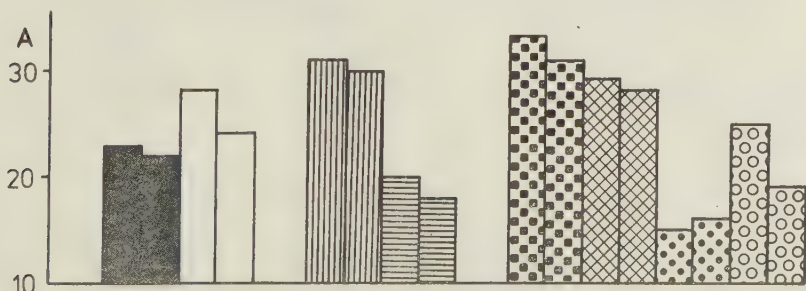


Abb. 33a Blutdruckamplitude bei ergometrischer Belastung.
Legende siehe Anhang.

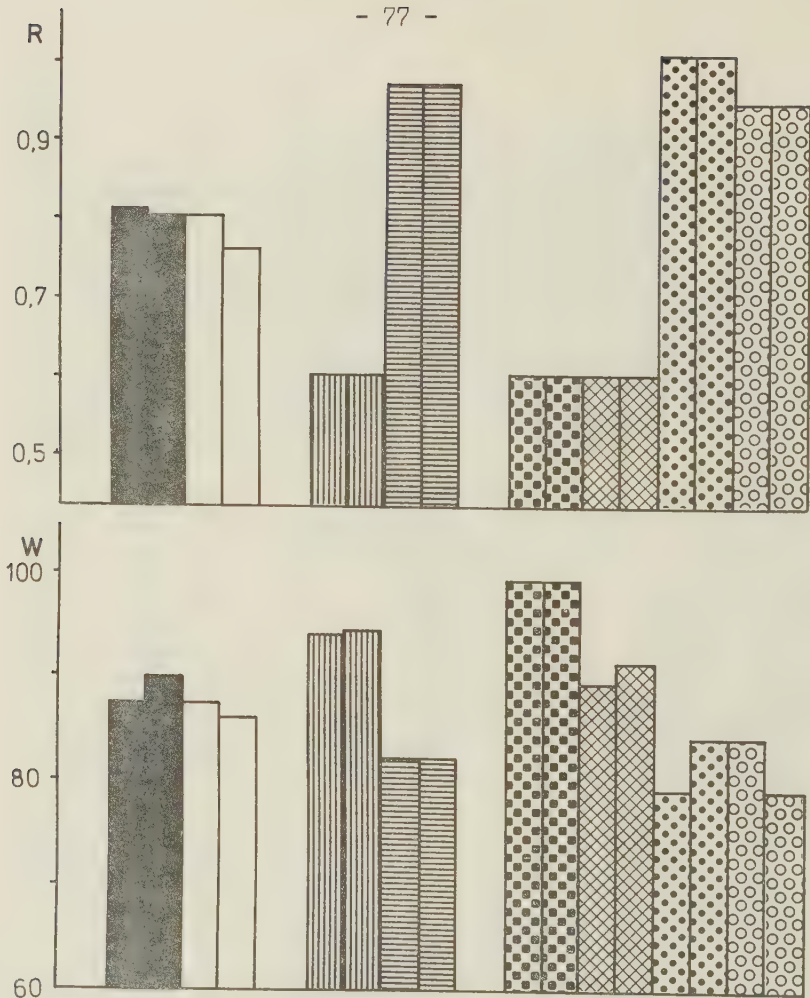


Abb. 33b Blutdruckamplitude bei ergometrischer Belastung.
Legende siehe Anhang.

6.2.2.5. Amplitudenfrequenzprodukt PAF (Abb. 34)

Das Ergebnis der Varianzanalysen zeigt, daß sich die nach Wetterföhligkeit bzw. Nicht- Wetterföhligkeit unterteilten Probandengruppen überhaupt nicht unterschieden.

Ergebnis der Varianzanalysen

	A	R	W
Wetterföhliche - Nicht- Wetterföhliche	0	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Männer	0	0	0
wetterföhliche - nicht wetterföhliche Frauen	0	0	0
Männer - Frauen	---	+++	-
wetterföhliche Männer - wetterföhliche Frauen	---	+++	0
nicht wetterföhliche Männer - nicht wetterföhliche Frauen	---	+++	0

Änderungstendenz vom 1. zum 2. Versuch

	A	R	W
Wetterföhliche	-	0	0
Nicht- Wetterföhliche	-	0	0
wetterföhliche Männer	-	0	0
nicht wetterföhliche Männer	-	0	+
wetterföhliche Frauen	-	0	+
nicht wetterföhliche Frauen	-	0	-

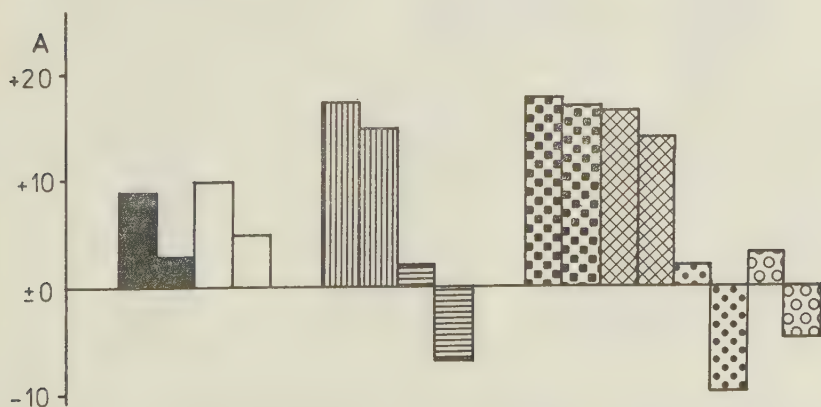


Abb. 34a Amplitudenfrequenzprodukt PAF bei ergometrischer Belastung. Legende siehe Anhang.

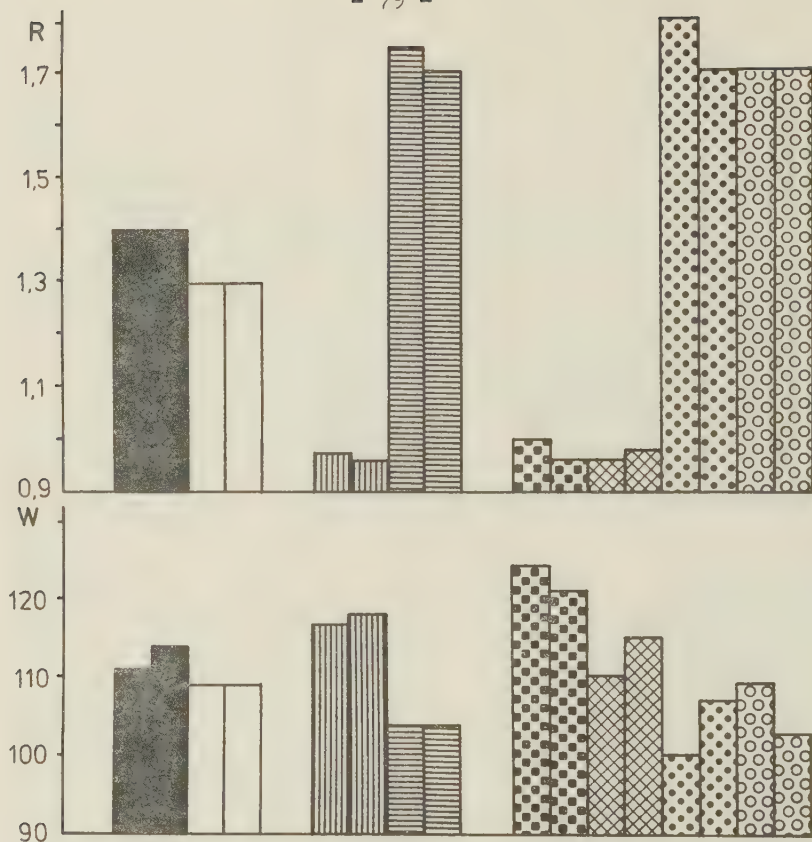


Abb. 34b Amplitudenfrequenzprodukt PAF bei ergometrischer Belastung. Legende siehe Anhang.

6.3. Triceps- surae- Reflex

Beim zweiten Versuch wurde eine längere Fünftelanstiegszeit und Halbrelexationszeit gemessen als beim ersten Versuch. Die Verlangsamung war gering, etwa 5% und bei allen Gruppen gleich stark ausgeprägt. Wir beschränken uns deshalb auf die Beschreibung des zweiten Versuchs.

6.3.1. Fünftelanstiegszeit (F- Wert)

Wenn wir nicht nach Altersgruppen unterteilen, ergeben sich für die einzelnen Probandenkollektive die Mittelwerte, die in Abb. 35 dargestellt sind.

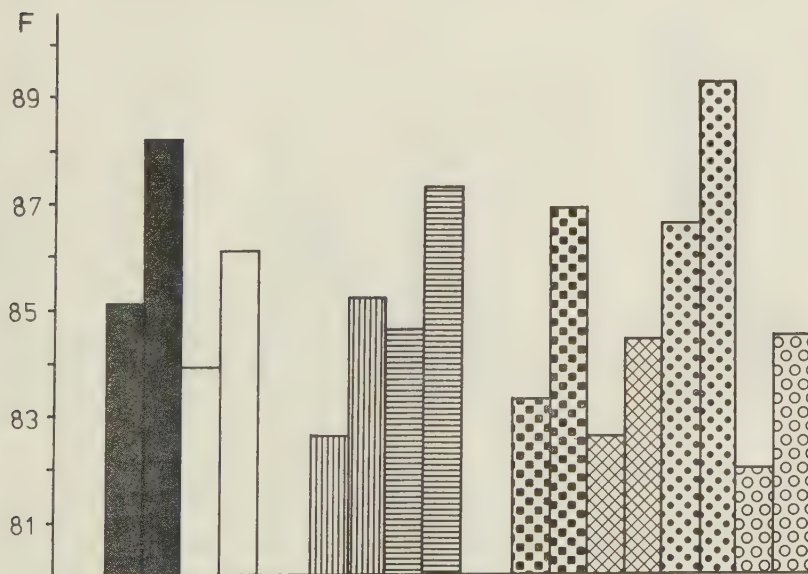


Abb. 35 Fünftelanstiegszeit. Legende siehe Anhang.

Wie bereits aus dem Histogramm hervorgeht, ist die Meßgrößen-änderung vom ersten zum zweiten Versuch größer als der Unterschied vergleichbarer Kollektive beim ersten oder zweiten Versuch.

Lediglich beim Vergleich wetterföhlicher und nicht wetterföhlicher Frauen besteht ein gewisser Unterschied ($p = 0,1$). Durch Varianzanalysen wurde nachgewiesen, daß sich nicht einmal Gesamt männer- und Gesamtfrauengruppe hinreichend voneinander trennen lassen.

Verfolgen wir noch die Fünftelanstiegszeit bei verschiedenen Altersgruppen, so lassen sich einige Kollektive voneinander separieren. Abbildung 36 zeigt die F- Werte von Wetterföhlichen und Nicht- Wetterföhlichen sowie deren Geschlechtsuntergruppen.

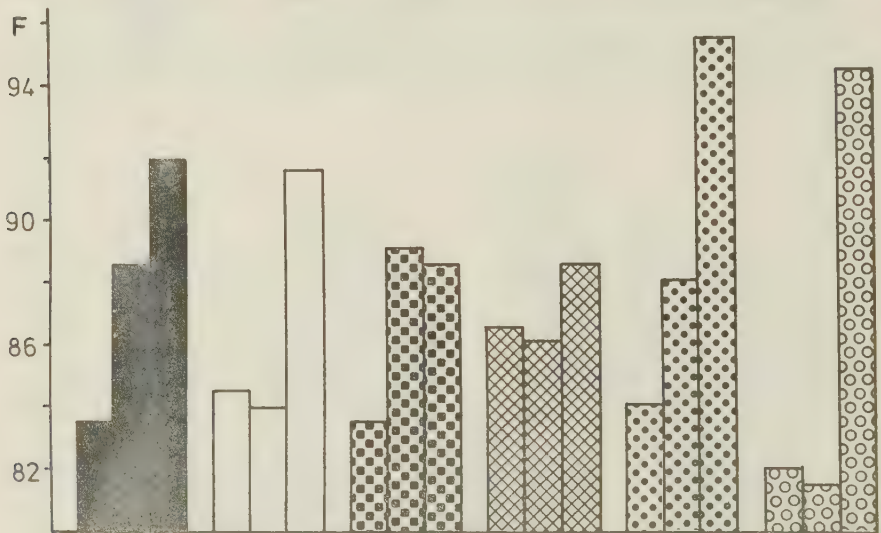


Abb. 36 F- Werte Wetterföhlicher und Nicht- Wetterföhlicher verschiedener Altersgruppen. Legende im Anhang.

Man sieht deutlich, daß sich Wetterföhliche und Nicht- Wetterföhliche in keiner der drei Altersperioden nennenswert unterscheiden. Männer und Frauen jungen und mittleren Alters haben in etwa die gleiche Fünftelanstiegszeit. Bei den Geburtsjahrgängen 1900-19 konnten sie aber mit 95 % Wahrscheinlichkeit getrennt werden: Frauen waren mit 95 msec langsamer als Männer

mit 88,6 msec. Während zwischen den verschiedenen Altersgruppen wetterföhlicher und nicht wetterföhlicher Männer keine signifikanten Unterschiede der Meßwerte auftraten, war die Fünftelanstiegszeit wetterföhlicher Frauen im Alter von 30 bis 50 Jahren hoch signifikant langsamer ($p = 0,01$) als die nicht wetterföhlicher.

Wetterföhliche	89,5 $\pm$ 6,2 msec
Nicht- Wetterföhliche	88,0 $\pm$ 6,3 msec
Männer	86,1 $\pm$ 2,8 msec
Frauen	88,7 $\pm$ 7,0 msec
wetterföhliche Männer	86,1 $\pm$ 2,8 msec
nicht wetterföhliche Männer	87,4 $\pm$ 1,2 msec
wetterföhliche Frauen	89,8 $\pm$ 5,9 msec
nicht wetterföhliche Frauen	88,0 $\pm$ 6,3 msec

Tab. 8 Mittelwerte der Fünftelanstiegszeit und Streuung zwischen den drei Altersgruppen.

6.3.2. Halbrelexationszeit (H- Wert)

In Abb. 37 sind die Mittelwerte der Halbrelexationszeit verschiedener Teilnehmergruppen dargestellt.

Wetterföhliche und Nicht- Wetterföhliche unterschieden sich nicht in ihren Zeiten; beide Gruppen lagen bei 345 msec.

Die Geschlechtsabhängigkeit der Werte ist hoch gesichert ($p = 0,001$), Männer waren mit 312,5 msec bedeutend schneller als Frauen mit 359,8 msec. Wetterföhliche und nicht wetterföhliche Männer und Frauen ließen sich nicht hinreichend trennen. Betrachten wir den H- Wert bei Gruppen unterschiedlichen Alters, so kommen wir zu den Ergebnissen, die in Abb. 38 dargestellt sind. Die Meßwerte von Wetterföhlichen und Nicht- Wetterföhlichen unterscheiden sich in keiner Altersgruppe; Männer aller drei Altersklassen sind jedoch viel schneller ($p = 0,001$) als Frauen.

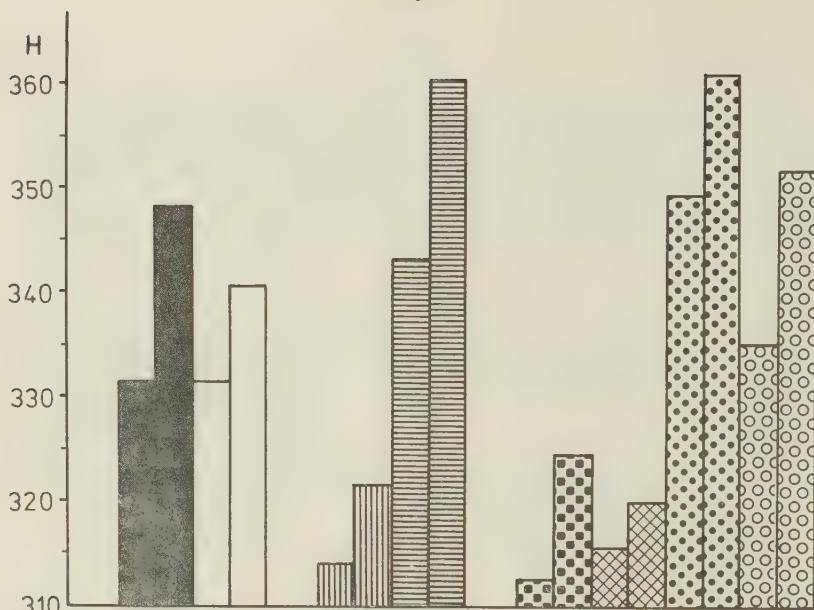


Abb. 37 Halbrelexationszeit (H- Wert). Legende im Anhang.



Abb. 38 Halbrelexationszeit (H- Wert) bei Probandengruppen steigenden Alters. Legende siehe Anhang.

Aus Abb. 38 geht hervor, daß die Halbrelexationszeiten mit zunehmendem Alter bei allen Probandengruppen annähernd linear länger wurden. In jeder Altersgruppe waren wetterfähige Frauen am langsamsten, gefolgt von den nicht wetterfähigen Frauen und den nicht wetterfähigen Männern. Wetterfähige Männer wiesen in jeder Altersgruppe die kürzeste Halbrelexationszeit auf. Dieses Ergebnis ist statistisch gesichert (Tab. 9):

	Geburtsjahrgang			S
	1940-50	1920-39	1900-19	
wetterfähige Männer	310,3	326,4	337,4	0,001
wetterfähige Frauen	346,4	363,9	385,4	
nicht wetterfähige Männer	312,7	341,6	344,5	ns
nicht wetterfähige Frauen	335,4	355,2	377,2	

Da lediglich bei Wetterfähigen eine Geschlechtsdifferenz der Werte besteht, können wir alle Nicht- Wetterfähigen (Männer und Frauen) zusammenfassen und brauchen dann nur die Abweichung der wetterfähigen Männer und wetterfähigen Frauen von diesem Gesamtkollektiv Nicht- Wetterfähiger auf Signifikanz hin untersuchen. (Tab. 10)

	Geburtsjahrgang			S
	1940-50	1920-39	1900-19	
Nicht- Wetterfähige wetterfähige Männer	324,5 310,3	334,9 326,4	360,9 337,4	0,05
Nicht- Wetterfähige wetterfähige Frauen	324,5 346,4	334,9 363,9	360,9 385,4	0,01

Wir konnten also mit hoher Wahrscheinlichkeit (95 bzw. 99 %) nachweisen, daß wetterfähige Männer eine kürzere und wetterfähige Frauen eine längere Halbrelexationszeit haben als ein Kollektiv Nicht- Wetterfähiger (Männer und Frauen).

Mittelwerte der Halbrelexationszeit und ihre Streuung bei steigendem Alter der Probandengruppen sind in der Tab. 11 zusammengefaßt.

Wetterföhliche	347,8	± 37,5	msec
Nicht- Wetterföhliche	344,9	± 32,2	msec
Männer	327,4	± 17,1	msec
Frauen	361,8	± 15,4	msec
wetterföhliche Männer	323,8	± 13,5	msec
nicht wetterföhliche Männer	328,6	± 15,9	msec
wetterföhliche Frauen	365,0	± 19,5	msec
nicht wetterföhliche Frauen	356,3	± 20,9	msec

Tab. 11 Halbrelexationszeit und Streuung der Werte bei Gruppen unterschiedlichen Alters.

7. DISKUSSION

7.1. Kritik der Versuchsdurchführung

Die oben geschilderten Ergebnisse beruhen einerseits auf Blutdruck- und Pulsmessungen, andererseits auf einer photoelektrisch registrierten Bewegungsmessung.

Wiederholt wurde in der Literatur auf unterschiedliche Ergebnisse bei blutiger und unblutiger Registrierung des Blutdrucks hingewiesen. Allerdings wurde von den meisten Autoren eine feste Korrelation der blutig gemessenen mit den unblutig registrierten Werten gefunden. Da wir nur Relativzahlen erhalten wollten und zudem blutige Messung unseren Probanden nicht zumutbar war, glaubten wir mit den unter 4.3.1. und 4.3.2. angegebenen Verfahren hinreichend genaue Wert zur Weiterverarbeitung gewonnen zu haben.

Eine eigene elektrokardiographische oder photoelektrische Ableitung zur genauen Pulsfrequenzermittlung, die von vielen Autoren vorgeschlagen wird, war unnötig, da durch die beschriebenen Meßgeräte die Pulsfrequenz während der Blutdruckmessung genau und lange genug abgelesen werden konnte.

Apparative Schwierigkeiten bei der Blutdruckmessung bestanden insofern, als die durch das Korotkoff- Mikrophon gelieferten Spannungen manchmal entweder nicht groß genug waren oder sich nicht mehr hinreichend verstärken ließen. Durch Zwischenschalten eines Vorverstärkers war das Problem nicht lösbar, da gleichzeitig auch der Störpegel, der hauptsächlich durch unvermeidliche Bewegungen des Mikrophons entstand, erhöht wurde. Von den Meßwerten der insgesamt 104 Probanden konnten deshalb beim Stehversuch nach Schellong nur die von 97 und bei der ergometrischen Belastung die von 99 Probanden ausgewertet werden.

Die eigentliche Meßapparatur arbeitete nach Angaben des Herstellers mit $\pm 1,5$ % Genauigkeit, also ausreichend. Lediglich die Aufnahme der Korotkoff- Töne bedürfte einer Verbesserung.

Eine weitere Schwierigkeit lag beim ergometrischen Versuch im mechanisch gebremsten Fahrradergometer begründet. Die verschiedenen Leistungsstufen wurden durch Verstellen eines Neigungsgewichts eingestellt. Durch die geringe Spreizung der Skalenteilung war es jedoch nicht immer möglich, die Wattzahl exakt einzustellen. Dieser Mißstand könnte durch Verwendung eines Ergometers behoben werden, das statt Bremsung über ein Neigungsgewicht elektromagnetische Bremsung mit Wirbelströmen verwenden würde.

Bei allen Blutdruck- und Pulsfrequenzmessungen wäre es von großem Vorteil, wenn diese Größen fortlaufend registriert werden könnten. Besonders beim Orthostase- Versuch wäre es zusätzlich aufschlußreich, die unmittelbar nach dem Aufstehen eintretenden Kreislaufumstellungen festhalten zu können. Mit Registrierung im Minutenabstand sind schnell ablaufende Reaktionen nicht faßbar.

Zudem wäre es nötig, Puls- und Blutdruckwerte in der auf die orthostatische oder ergometrische Belastung folgenden Ruhephase weiterzuregistrieren. Nach Angaben von KIRCHHOFF (54) und KIRCHHOFF und BECKMANN (26) wird eine nervöse Labilität nämlich erst in der Phase nach einer Belastung in einem ungenügendem Zurückgehen der Belastungswerte oder deren größeren Schwankungen deutlich.

Die Registrierung der Lichtstromschwankungen bei der Reflexzeitmessung zeigte insofern Schwierigkeiten, als die aufgezeichneten Kurven manchmal nicht hinreichend genau ausgemessen werden konnten. Das hatte zweierlei Ursachen. Zum einen war die reflektorische Zuckung bei manchen Probanden so gering, daß die Amplitude der Lichtstromänderung zu klein ausfiel. Aus Abb. 6 ist zu erkennen, daß die Ausmessung der Fünftelanstiegszeit und der Halbrelexationszeit um so genauer möglich ist, je größer die registrierten Ausschläge sind. Zum anderen würden wir uns aus der Verringerung der Dämpfung des Schreibsystems eine genauere zeitliche Festlegung der Reizsetzung

versprechen. Die Kurven wurden auf 0,25 mm genau ausgemessen, was einem Fehler von 5 msec entsprach. Dieser ist bei Messung kurzer Zeiten wie der Fünftelanstiegszeit nicht zu vernachlässigen. Er ließe sich verringern, wenn das Schreibsystem trägheitslos arbeiten würde, was durch Verwendung eines Kathodenstrahloszillographen als Registriergerät möglich würde.

7.1.1. Kritik der Versuchsauswertung

Bei der Reduktion ergometrischer Daten wurden A-, R- und W-Werte gebildet. Aus Abb. 1 bis 5 ist zu ersehen, daß die R-Werte die unabhängige Variable bilden, die A-Werte aber die abhängig Veränderliche darstellen. Zusätzlich zu den extrapolierten Ausgangswerten wäre es - was die Ergebnisse rechtfertigen - nötig, mit den Mittelwerten jeder einzelnen Meßminute weiterzuarbeiten.

7.2. Interpretation der Ergebnisse und Vergleich mit denen der Literatur

Bei der Planung und Durchführung der vorliegenden Untersuchungen stand vor allem die Frage zur Diskussion, ob bei wetterfühligen Menschen Hinweise auf vegetative Labilität, z.B. orthostatischer Natur häufiger auftreten als bei nicht wetterfühligen. Der Gedanke lag nahe, denn von vielen Wetterfühligen werden typische Beschwerden wie Schwindel (kein Drehschwindel) und Herzklopfen, zusätzlich oft Kopfschmerz und Unruhe angegeben.

Deshalb verfolgten wir zunächst die Absicht, mit der Prüfung der Kreislaufregulation eventuell Störungen in diesem Bereich aufzudecken.

Untersuchungen, die sich mit dem vegetativen System befassen, bereiten wegen der uneinheitlichen Symptomatologie der Störungen Schwierigkeiten; zudem sind die Beschwerden der Pro-

banden oft so stark wechselnd und bunt gemischt, daß daraus nicht einmal immer entnommen werden kann, ob die Ursache der Funktionsstörung überhaupt beim Kreislauf zu suchen ist.

Ziel einer guten Kreislaufregulation ist es, die Blutdruckamplitude und das Herzzeitvolumen den jeweiligen Bedürfnissen anpassen zu können. Um über diese Fähigkeit des Organismus Aufschluß zu erhalten, müssen Funktionsprüfungen durchgeführt werden, denn nach BLOHMKE, ISMAIL und SCHÄFER (32) ist es nicht möglich, aus dem Verhalten des Blutdrucks in Ruhe vorauszusagen, wie er sich bei und nach Belastung verhält.

Der Begriff "Funktionsprüfung" darf aber nicht so verstanden werden, als ob z.B. die Messung des Blutdrucks in Ruhe keinen Einblick in die Funktion des Herz- und Gefäßsystems gäbe, denn bereits bei körperlicher Ruhe spielen sich am Herz- und Kreislaufsystem zur Aufrechterhaltung der Homöostase eine Menge von Regelvorgängen ab.

7.2.1. Orthostase- Versuch nach Schellong

Die Blutdruckregulation beim Stehversuch würde optimal funktionieren, wenn beim Aufstehen die arteriellen Gefäße der unteren Körperpartien verengert werden, damit das Blut dem hydrostatischen Druck entsprechend nicht hier liegenbleibt. Der Venentonus sollte zunehmen, so daß aus dem Niederdrucksystem genügend Blut zum Herzen zurückgeführt wird. Bei ruhigem Stehen bliebe das HMV im wesentlichen unverändert, das Schlagvolumen würde etwas absinken und der Puls mäßig ansteigen.

Im Gegensatz zu SCHELLONG und LÜDERITZ (28), die empfehlen, den Kurvenverlauf eines jeden einzelnen Patienten zu beurteilen, bildeten wir Mittelwerte bei verschiedenen Probandengruppen. In diesem Zusammenhang muß vermerkt werden, daß einzelne wenige Befunde an unseren Probanden zwar als Regulationsstörung im Sinne SCHELLONGS gedeutet werden können, diese extremen Einzelwerte jedoch bei einer Mittelwertbildung größtenteils

untergehen. Zudem traten sie so selten auf, daß ihr Vorkommen in keinem Verhältnis zur Häufigkeit der Angabe "wetterfühlig" stand. Außerdem hat die Einteilung in hypotone und hypodyname Form (SCHELLONG) Widerspruch ausgelöst. Beide Formen stellen keinen Gegensatz dar, die eine ist auch nicht als Steigerung der anderen aufzufassen. Man hat beide Bezeichnungen durch die Begriffe orthostatische Labilität bzw. Insuffizienz zu ersetzen versucht.

Wir wollen uns also nur Gedanken über Mittelwerte verschiedener Meßgrößen bei einzelnen Probandengruppen machen und die Frage zu klären versuchen, warum bei Wetterfühligen der diastolische Druck höher ist als bei Nicht- Wetterfühligen, das AMP und PAF aber eingeschränkt.

7.2.1.1. Systolischer und diastolischer Blutdruck

KIRCHHOFF und BECKMANN (26) beschreiben hauptsächlich bei Hypertonikern Beschwerden bei Änderung der Wetterlage. Unsere Ergebnisse lassen - mit Einschränkung - die Neigung von Wetterfühligen zur Hypertonie erkennen. Gemeinsam war unseren wetterfühligen Männern und Frauen der signifikant höhere ($p = 0,05$) diastolische Blutdruck im Vergleich zu nicht wetterfühligen. Da sich wetterfühlige und nicht wetterfühlige Männer und Frauen hinsichtlich des systolischen Drucks, AMP und PAF jedoch unterschiedlich verhielten, wollen wir diese Ergebnisse gesondert betrachten.

In erster Linie weist ein erhöhter diastolischer Blutdruck auf eine höhere periphere Vasokonstriktion hin. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die zu einer solchen Steigerung führen können; neben physikalischen Reizen, schmerzauslösenden Faktoren, emotionalen Einflüssen sind es soziologische und sozialpsychologische Einflüsse. Nach KIRCHHOFF und BECKMANN (26) ist die permanent erhöhte Spannungslage (gemeint ist der erhöhte Blutdruck) mit einer Senkung der Erregungsschwelle für alle Reize, seien sie psychischer, somatischer oder physikalischer Art, verbunden. Reize, die bei

normaler Tonuslage unter der Schwelle der Erregbarkeit liegen, lösen in der Phase der Blutdrucksteigerung Reaktionen aus, die den Bereich des zweckmäßigen überschreiten und zu Irritationen und zeitlich lange anhaltenden Blutdruckreaktionen führen.

Insbesondere läßt eine Anhebung des diastolischen Drucks auf einen Widerstandshochdruck schließen (REINDELL, KLEPZIG und ROSKAMM (57)). Diese Hochdruckform ist durch erhöhten diast. Druck bei nur mäßig oder gar nicht erhöhtem syst. Druck charakterisiert. Die Blutdruckamplitude ist dabei verkleinert oder nahezu normal. Diese Merkmale, die wir mehr oder weniger ausgeprägt an den Meßwerten unserer Wetterfühligten fanden, könnte man auf eine stärkere Noradrenalinwirkung zurückführen, wie sie ALLWOOD, COBBOLD und GINSBURG (72) beschrieben haben.

Jede Art von Blutdruckerhöhung ist auch dann, wenn sie noch nicht stabil ist, oft Verbote eines stabilen Hochdrucks (GOTTSEGEN und TÖROK (55)) mit allen Sekundärererscheinungen wie Zunahme der Gefäßwiderstände und Dauerveränderungen am Gefäßsystem, Durchblutungsstörungen von Herz, Gehirn und Nieren und Zunahme der Herzarbeit. Die bei Hypertonikern vermehrte Katecholaminausschüttung verstärkt diese Effekte noch erheblich (KIRCHHOFF und BECKMANN (26)). Die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin, die durch ihre glykogenolytischen und vasomotorischen Eigenschaften an der Aufrechterhaltung der Homöostase maßgeblich mitwirken, führen uns über das Nebennierenmark zum sympathiko-adrenalen System und zum vegetativen Nervensystem mit seiner vielfältigen Beeinflußbarkeit durch physikalische und psychische Afferenzen.

Von vielen Autoren (z.B. KIRCHHOFF und BECKMANN (26), DELIUS und FAHRENBERG (56)) wird dem Hypertoniker auch eine ganz bestimmte psychische Struktur zugeschrieben. In diesem Zusammenhang ist der Hinweis von REINDELL, KLEPZIG und ROSKAMM (57) interessant, daß der reine Widerstandshochdruck nervös-hormonaler Genese auch provoziert werden kann, z.B. in Hypnose beim Auftauchen starker belastender Erlebnisse.

DELIUS und FAHRENBURG (56) interpretieren eigene Befunde dahingehend, daß eine psychovegetativ labile Konstitution als gemeinsamer Faktor sowohl den psychischen als auch den somatischen Merkmalen der Blutdruckregulationsstörung zugrunde liegt. In diesem Sinne ist von den Ergebnissen der Befragung nach dem Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI) von GENSLER(46) noch weiterer Aufschluß zu erhalten.

Was die höhere Ausgangslage des diastolischen Blutdrucks betrifft, fanden wir ähnliche Ergebnisse wie BOCK (9) bei seinen Wetterfühligen. Er schloß aber aus den Ergebnissen des Orthostase- Versuchs auf eine charakteristische Kreislaufregulationsstörung von hypertoner oder hyperdynamischer Art bei dieser Personengruppe. Er deutete seine Ergebnisse, ähnlich wie KIRCHHOFF und BECKMANN (26), als Sollwertumstellung auf ein höheres energetisches Niveau bei gleichzeitiger Erhöhung der Erregbarkeit des gesamten Kreislaufsystems.

STADLER (58) konnte bei ihrer Kurlängsschnittuntersuchung nicht den Nachweis einer Kreislauffunktionsstörung der Wetterfühligen erbringen. Zusätzlich verhielten sich ihre wetterfühligen Frauen hinsichtlich der Ausgangslage der Kreislaufgrößen genau umgekehrt als wetterfühlige Männer.

Auch bei unseren Ergebnissen wird noch auf die Diskrepanz zwischen den Kreislaufgrößen wetterfühligere Männer und denen wetterfühligere Frauen einzugehen sein.

Den Befund BOCKS (9) können wir an unseren Wetterfühligen nicht ganz bestätigen; zwar war bei wetterfühligeren Männern und Frauen der diastolische Druck erhöht ($p = 0,05$), was auf eine Neigung zur Hypertension schließen läßt, aber der systolische Blutdruck verhielt sich unterschiedlich: wetterfühlige Männer hatten im Liegen und Stehen den höheren syst. Druck als nicht wetterfühlige; bei den Frauen lagen die Verhältnisse jedoch genau umgekehrt. Der Unterschied erreichte aber bei keiner der beiden Gruppen die Signifikanzgrenze von $p = 0,05$.

Dieser Befund deckt sich völlig mit dem STADLERS (58), die bereits auf die Diskrepanz zwischen ihren Ergebnissen und denen BOCKS hingewiesen hat.

Man weiß, daß Männer den höheren syst. und diast. Blutdruck als Frauen haben. Bei unseren Untersuchungen unterschieden sich die syst. Drucke wetterfühlicher (W) Männer und Frauen im Liegen und Stehen auf dem $p = 0,001$ - Signifikanzniveau, diejenigen nicht wetterfühlicher (N) Männer und Frauen jedoch nicht. Es ergibt sich folgende Anordnung:

RRS im Liegen : $W\sigma > N\sigma > N\varphi > W\varphi$

RRS im Stehen : $W\sigma > N\sigma > N\varphi > W\varphi$

Erwartungsgemäß findet man links die Werte der Männer, rechts die der Frauen. Die wetterfähigen Gruppen liefern jeweils die Extremwerte. Wetterfähige Männer haben also den höheren syst. Druck als nicht wetterfähige; wetterfähige Frauen sind jedoch im Vergleich zu nicht wetterfähigen hypoton.

Wir schließen daraus, daß das Attribut "wetterfähig" nicht mit einer einheitlich gleichsinnigen systolischen Blutdruckeinstellung bei Männern und Frauen in Verbindung gebracht werden darf. Daß jedoch nur die diastolischen Blutdrucke der einzelnen Gruppen mit hinreichender statistischer Signifikanz getrennt werden konnten ($p = 0,05$), läßt uns annehmen, daß die Unterscheidungsmöglichkeit zwischen wetterfähigen und nicht wetterfähigen Kollektiven hauptsächlich durch die unterschiedliche periphere Vasokonstriktion gegeben ist.

Auf die Möglichkeit der Verengung der terminalen Arterienstrombahn und des Niederdrucksystems wird auch in der Literatur immer wieder hingewiesen.

BRUNNHÖLZL, SCHEDEL und UNGEHEUER (59) wiesen einen überzufälligen Zusammenhang zwischen den Relativzahlen biologischer Wetterwirkung und der kapillären Rückflußzeit nach, die unmittelbar vom Kapillartonus abhängt. MECHELKE (20) nahm als sicher an, daß sowohl auf nervösem, wie auch auf humoralem

Weg (Katecholamine) die Venen verengert, oder doch wenigstens in ihrem Tonus verändert werden und zwar hauptsächlich bei zentral- nervösen, vor allem vegetativen Störungen. DELIUS (34) zeigte, daß sogar nicht- somatische Erregungsauslösung, wie Affekte zu deutlichen vasomotorischen Reaktionen im Niederdrucksystem führen, die so stark sein können, daß die pressorezeptorische Steuerung des Kreislaufs überlagert wird. DELIUS und WITZLEB (60) hielten den Hautvenen-tonus für einen sehr empfindlich reagierenden vegetativen Indikator besonders bei emotionalen Belastungen und wiesen zudem auf venöse Tonussteigerungen durch Applikation von Katecholaminen hin.

KIRCHHOFF (54) machte besonders darauf aufmerksam, daß sogar die h y p o tone Regulationsstörung nach dem Aufstehen nicht nur durch absinkenden systolischen Blutdruck gekennzeichnet ist, sondern sich auch in besonders starkem Anstieg des diast. Blutdrucks manifestieren kann. Er sprach deshalb auch von einer hyperdiastolischen Regulationsstörung.

In diesem Zusammenhang muß kurz auf die Problematik der Begriffe "hypoton" und "hyperton" eingegangen werden. Manche Autoren sprechen von einer hypotonen Kreislaufeinstellung, wenn syst. und diast. Blutdruck unter den Mittelwerten großer Kollektive liegen, andere meinen damit eine Einschränkung der Blutdruckamplitude. Ähnlich unterschiedliche Auffassungen gibt es beim Begriff Hypertonie. Er wird einerseits für einen erhöhten syst. oder diast. Blutdruck verwendet, andererseits für die gleichzeitige Erhöhung von beiden. Leider wird bei der Deutung der Ergebnisse in der Literatur oft nicht genügend differenziert; möglicherweise ist dies auf die relativ schwierige und unterschiedlich definierte Messung des diast. Drucks zurückzuführen.

Im Hinblick auf die periphere Vasokonstriktion bietet die Beziehung zwischen transmuralen Druck und Durchfluß weitere Aufschlüsse (BURTON (62), ASHTON (61)). Nach diesen beiden Autoren kollabieren Gefäße bereits, bevor der transmurale

Druck auf Null abgefallen ist. Je stärker also vasokonstriktorische Einflüsse sind, um so höher liegt der kritische Verschußdruck. Praktisch bedeutet dies, daß die Wetterfühligen wegen ihrer ständigen Vasokonstriktion (Katecholaminwirkung) den höheren Druck aufbringen müssen, um den gleichen Durchblutungsgrad wie Nicht- Wetterfühlige zu erreichen.

Dem Einwand, daß ältere Menschen aufgrund sklerotischer Veränderungen am Gefäßsystem den höheren Blutdruck aufweisen als jüngere können wir mit dem Argument begegnen, daß die Gruppen der Wetterfühligen und Nicht- Wetterfühligen etwa das gleiche Durchschnittsalter hatten (Tab. 1, Seite 19).

Wir fassen kurz zusammen und stellen fest, daß wir mit unseren Methoden der Blutdruckregistrierung keinen Hinweis auf eine "Labilität" der wetterfühligen Gruppen hinsichtlich der Blutdruckregulation finden konnten. Wahrscheinlich wären weitere Aufschlüsse über die Blutdruckregulation möglich, wenn wir in der Lage gewesen wären, den Blutdruck fortlaufend zu messen.

7.2.1.2. Pulsfrequenzverhalten

Einen Hinweis auf eine gewisse Labilität der Herzfrequenz läßt sich vielleicht aus den Abb. 7 bis 9 entnehmen. Die Pulsfrequenzregulation wäre beim Orthostase- Versuch optimal, wenn bereits in der ersten Minute der Stehphase das Maximum erreicht wäre und die Frequenz dann schnell zum Ruhewert zurückkehrte.

Während nicht wetterfühlige Männer und Frauen dieses Verhalten annähernd zeigten und bereits in der ersten Minute nach dem Aufstehen ihre maximale Pulsfrequenz erreichten, stieg die Frequenz bei wetterfühligen Frauen erst in der zweiten Minute auf ihr Maximum und schwankte dann auch noch von Minute zu Minute beträchtlich. Bei wetterfühligen Männern erreichte die Pulsfrequenz erst in der dritten Minute Stehen den höchsten Wert; sie blieb nicht konstant, sondern schwankte während der sechs Minuten Stehen stärker.

Möglicherweise wäre es lohnend, die intraindividuellen Schwankungen der Pulsfrequenz - und auch des Blutdrucks - näher zu analysieren.

Mathematisch exakt wurde diese Frage wegen fehlender experimenteller Möglichkeiten nicht weiter untersucht. Doch versprechen sich manche Autoren, z.B. DRISCHEL (63) von der Art des Einschwingvorgangs der Pulsfrequenz nach schnellem Lagewechsel Hinweise auf orthostatische Labilität. Er wies anhand von Pulsmessungen bei einem Orthostase- Versuch nach, daß der im Stehen erreichte Pulsfrequenzzuwachs um so geringer ausfällt, je ausgeprägter und tiefer der etwa 10 bis 15 sec nach dem Aufstehen einsetzende Frequenzabfall hinter dem primären Anstieg ist. Der Autor möchte mit diesen Untersuchungen eine gewisse Katalogisierung orthostatischer Störungen begründen und weist darauf hin (64) daß viele biologische Regelsysteme in erster Annäherung durch Differentialgleichungen 1. oder 2. Ordnung beschrieben werden können. Er hält es für möglich, nach geeigneter mathematischer Annäherung in Zukunft individuelle Unterschiede vielleicht durch wenige Parameter ausdrücken zu können.

MECHELKE et al. (65) betrachteten den Blutdruckregelkreis, zu dem auch die Herzfrequenzsteuerung gehört, als schwingungsfähiges System und leiteten aus der Prüfung der Einschwingformen des Blutdrucks nach schnellem Lagewechsel Grundformen abnormer Blutdruckregulation ab.

Dazu wäre jedoch eine kontinuierliche Blutdruck- und Pulsfrequenzregistrierung nötig. Vielleicht ergäbe sich aus Untersuchungen dieser Art an wetterfühligen und nicht wetterfühligen Probanden ein Hinweis auf unterschiedliche rhythmische Eigentätigkeiten der Herz- Kreislaufzentren, wie sie KOEPCHEN (33) im Tierexperiment fand.

Einerseits wird in der Literatur die Meinung vertreten, nur vegetativ Stigmatisierte zeichneten sich durch eine labile Pulsfrequenz- und Blutdruckregulation aus (KIRCHHOFF (54), KIRCHHOFF und BECKMANN (26)), andererseits wird die These aufgestellt, daß rhythmische Grundschrwingungen eher dazu befähigen, auf veränderte Gegebenheiten optimal zu reagieren. Besonders DRISCHEL'S Ergebnisse lassen diese Aussage zu.

Aus unseren gemittelten Meßwerten können wir nur grob auf eine größere Labilität der Pulsfrequenzeinstellung wetterfühligere Männer und Frauen nach dem Aufstehen schließen. Nur nicht wetterfähige Männer und Frauen erreichten in der ersten Minute Stehen ein Plateau, das sie halten konnten. Ihre Herzfrequenz konnte sich also besser und schneller auf die veränderten Kreislaufverhältnisse bei Orthostase umstellen. Bei wetterfähigen Frauen lag zudem die Pulsfrequenz sowohl im Liegen als auch im Stehen höher als bei nicht wetterfähigen, was als unökonomischere Einstellung gewertet werden muß.

7.2.1.3. Blutdruckamplitude und Amplitudenfrequenzprodukt

Die Ergebnisse der Berechnung der Blutdruckamplitude im Verlauf des Orthostase- Versuchs erbrachten zwischen wetterfähigen und nicht wetterfähigen Männern und Frauen keine Unterschiede; nur bei den Frauen ergab sich ein signifikant unterschiedlicher Ausfall des AMP wetterfähiger und nicht wetterfähiger Frauen. Sowohl im Liegen als auch im Stehen wiesen wetterfähige Frauen die signifikant ($p = 0,05$) kleinere Blutdruckamplitude auf als nicht wetterfähige. Da der AMP-Abfall beider Gruppen beim Aufstehen gleich groß war, können wir von einer Regulationsstörung im klassischen Sinne bei diesem Ergebnis nicht sprechen. Unsere Befunde lassen also keinen Hinweis auf orthostatische Labilität erkennen.

Desgleichen zeigten sich nur bei wetterfähigen Frauen im Vergleich mit nicht wetterfähigen eingeschränkte Amplitudenfrequenzprodukte im Liegen und Stehen ($p = 0,05$). Angenähert ist das PAF ein Maß für das Herzminutenvolumen, und so kann man sagen, daß wetterfähige Frauen im Liegen und Stehen das geringere HMV hatten. Die Ursache dafür ist ohne Zweifel die geringere Blutdruckamplitude wetterfähiger Frauen. Trotz ihrer geringfügig erhöhten Pulsfrequenz erreichten sie nur ein signifikant niedrigeres PAF als nicht wetterfähige Frauen.

Steigerungen der Pulsfrequenz bis zu 30 min^{-1} über den Ruhewert hinaus würden sich unmittelbar als lineare Vergrößerung des Minutenvolumens auswirken, ohne daß durch größere Tachykardie der Schlagvolumenzuwachs sich wieder verringerte und schließlich das Schlagvolumen im ganzen kleiner würde.

Auch bei AMP und PAF fällt also auf, daß sich die Untergruppen der Männer nicht hinreichend trennen ließen, während sich wetterfähige und nicht wetterfähige Frauen mit statistischer Signifikanz ($p = 0,05$) unterschieden.

Es liegt daher die Feststellung nahe, daß der Angabe "Wetterfähigkeit" bzw. "Nicht- Wetterfähigkeit" bei Männern und Frauen eine ganz unterschiedliche Kreislaufsituation zugrunde liegt. Während sich wetterfähige und nicht wetterfähige Männer nur im diastolischen Blutdruck signifikant unterschieden, hatten nicht wetterfähige Frauen im Liegen und Stehen den signifikant niedrigeren diastolischen Blutdruck und die niedrigere Pulsfrequenz, das höhere AMP und PAF.

Die Ergebnisse der HMV- Schätzung für die letzte Minute im Liegen und die erste Minute im Stehen wollen wir unter dem Vorbehalt, daß sie nur durch eine Screening- Methode gewonnen wurden, zur weiteren Diskussion heranziehen. Es ergab sich, daß nicht wetterfähige Männer und Frauen in der letzten Minute der Ruhephase das höhere HMV hatten als wetterfähige Männer und Frauen. Die HMV- Änderung beim Aufstehen zeigte jedoch umgekehrte Tendenz: hier erwies es sich, daß das HMV Wetterfähiger nicht so stark abfiel wie das Nicht- Wetterfähiger. Nach dem Aufstehen hatten aber Nicht- Wetterfähige wieder das höhere HMV als Wetterfähige.

Wir möchten dieses Ergebnis als größere Anpassungsbreite nicht wetterfähiger Probanden interpretieren. Wir meinen, daß bei ihnen geordnete Kreislaufreaktionen sozusagen in weiteren Bereichen möglich sind. Im Gegensatz dazu antwortete das Herz- Kreislaufsystem Wetterfähiger mit einer eingeschränkten Reaktion auf die Lageänderung.

Zwar gilt die Herz- Kreislaufregulation dann als stabil, wenn beim Aufstehen Pulsfrequenz, Blutdruck und AMP sich möglichst wenig ändern; trotzdem möchten wir aufgrund unserer Ergebnisse einwenden, daß Nicht- Wetterfühlige im Liegen und Stehen doch das größere HMV hatten als Wetterfühlige, was hauptsächlich auf die größere Blutdruckamplitude zurückzuführen ist. Das HMV Nicht- Wetterfühliges fiel zwar beim Aufstehen um den größeren Betrag ab, allerdings auch von einem höheren Niveau aus auf ein höheres HMV im Stehen als bei Wetterfühligen.

Aus den Verlaufsergebnissen unter 6.1.1. und den Mittelwertberechnungen unter 6.1.2. und 6.1.3. schließen wir, daß wetterfühlige Männer die größere Neigung zu hypertoner Kreislauf e i n s t e l l u n g , jedoch nicht - r e g u l a t i o n s störungen haben. Auf die relativ höhere Labilität vegetativer Funktion lassen die Befunde an Blutdruck, AMP, PAF und HMV nicht schließen; bei der Pulsfrequenzeinstellung möchten wir eine gewisse Labilitätskomponente vermuten.

Der Befund an wetterfühligen Frauen läßt mehr Deutungen zu. Hinsichtlich des diastolischen Blutdrucks kann man von einer hyperdiastolischen Kreislaufeinstellung sprechen. Dagegen legt der geringere systolische Druck sowie die eingeschränkte Blutdruckamplitude und das geringere PAF die Annahme einer hypotonen Kreislaufeinstellung nahe. Die höhere Pulsfrequenz im Liegen und Stehen sowie die verstärkten Pulsfrequenzschwankungen nach dem Aufstehen deuten auf vegetative Labilität hin.

In diesem Zusammenhang wollen wir die Ergebnisse der Berechnung des vegetativen Index nach KÉRDÖ (19) heranziehen. Wenn wir uns der Interpretation KÉRDÖS anschließen, neigte unser Nicht- Wetterfühligenkollektiv etwas mehr zur sympathikotonen Einstellung als das Wetterfühligenkollektiv. Gliedern wir jedoch nach Geschlecht auf, so ließen sich wetterfühlige und nicht wetterfühlige Frauen weder im Liegen noch im Stehen mit statistischer Signifikanz trennen. Die Unterschiede bei Wetterfühligen und Nicht- Wetterfühligen waren also nur durch die beiden Männergruppen bedingt. Dabei tendierten nicht wetter-

fühlige Männer im Liegen und Stehen zur stärker sympathikoton geprägten Einstellung als wetterfähige Männer ($p = 0,005$). Das Ergebnis kam dadurch zustande, daß der Puls beim Aufstehen sehr viel stärker anstieg als der diastolische Blutdruck.

Zusammen mit dem Ergebnis der geringeren Unterschiede des vegetativen Index zwischen den Altersgruppen der Nicht- Wetterfähigen und Männer läßt dies die Vermutung zu, daß die genannten Gruppen über das stabilere Vegetativum verfügen, also über ein ausgeglicheneres Zusammenwirken des antagonistischen vagischen und sympathischen Anteils.

Es muß jedoch vermerkt werden, daß die Berechnung des veg. Index nicht auf einer mathematisch abgeleiteten Formel beruht, sondern nur empirisch begründet ist. Die interindividuelle Streubreite der Werte ist sehr groß. Wir glauben deshalb dem vegetativen Index keine fundamentale Bedeutung beimessen zu können. Bei unserem Probandengut sollte die Anwendbarkeit der Methode für diese Fragestellung geprüft werden. Nach unseren Erfahrungen ist die Berechnung des vegetativen Index ein Verfahren, das sich eher dazu eignet, Tonuslagen und ihre Veränderung bei ein und derselben Person im Laufe der Zeit zu verfolgen, z.B. bei Kurlängsschnittuntersuchungen, wie etwa von ZSIRAI, BALOGH und STRECKER (66) beschrieben.

7.2.2. Ergometrische Belastung

Von vielen Autoren, z.B. SCHELLONG und LÜDERITZ (28), KIRCHHOFF und BECKMANN (26) wird die Auffassung vertreten, daß die Herzfrequenzsteigerung bei Körperarbeit vom funktionellen Zustand des Herzens, vom vegetativen Nervensystem und vom anatomischen Zustand abhängt. Da unser Wetterfähigen- und Nicht- Wetterfähigenkollektiv etwa das selbe Durchschnittsalter hatte und klinisch herzgesund war, zudem aus gleich vielen Männern und Frauen ohne größere andere organische Krankheiten zusammengesetzt war, glaubten wir für eine Leistungsprüfung vergleichbare Gruppen zu haben.

Nach REINDELL und KIRCHHOFF (23) soll durch Funktionsprüfungen des Kreislaufs ein Einblick in die vegetative Steuerung der Organe möglich sein. Das Wesen vegetativer Herz- und Kreislaufstörungen zeigt sich teilweise schon in Ruhe, häufig aber erst unter Belastung, wenn eine geordnete Anpassung der Blutverteilung, des Blutdrucks und der Herzaktion nicht mehr möglich ist (REINDELL, KÖNIG und ROSKAMM (25)).

Das Ergebnis unserer ergometrischen Untersuchungen läßt sich in einem Satz zusammenfassen: weder zwischen wetterfühligen und nicht wetterfühligen Männern noch zwischen wetterfühligen und nicht wetterfühligen Frauen traten irgendwelche signifikanten Unterschiede hinsichtlich Pulsfrequenz, Blutdruck, AMP oder PAF auf. Aus den graphischen Darstellungen geht lediglich - allerdings ohne Signifikanz - wieder der höhere diastolische Druck bei wetterfühligen Männern und Frauen sowie zusätzlich bei wetterfühligen Frauen das geringere AMP und PAF hervor, und zwar in Ruhe und bei Belastung.

Die Vermutung bestätigte sich also nicht, daß wetterfähige Probanden bei Belastung den höheren syst. Blutdruck, die höhere Pulsfrequenz und eine eingeschränkte Blutdruckamplitude aufgrund übermäßig starken Anstiegs des diast. Blutdrucks haben könnten, eine Vermutung also, die in der Literatur untrainierten und vegetativ labilen Personen zugeschrieben wird.

Eine grundlegende Schwierigkeit eines jeden Leistungsversuchs und des Vergleichs mit den Ergebnissen an anderen Personen liegt jedoch in der Tatsache begründet, daß ein und dieselbe physikalische Leistung keineswegs für jeden Probanden das selbe Maß an physischer Belastung und psychischem Streß darstellt. FAHRENBURG (67) bemerkt mit Recht, daß ein Stressor nicht das ist, was der Experimentator dafür hält, sondern, was ein Stressor ist, bestimmt das Subjekt. Soweit uns bekannt ist, gibt es bis jetzt kein Belastungsverfahren, das die physikalische Leistung mit der biologischen Leistungsfähigkeit vollständig korrelieren könnte.

Die fehlenden signifikanten Unterschiede zwischen Wetterfühligen und Nicht- Wetterfühligen bei allen gemessenen Größen lassen sich möglicherweise mit der Annahme erklären, daß der Reiz ergometrischer Belastung zu einem "General Adapting Syndrom" führte. Der Organismus beantwortete die starke Belastung oder Überforderung mit einer einförmigen Streßreaktion, das heißt, dem Einsatz aller verfügbarer Leistungsreserven. Man könnte also sagen, daß diese einheitliche Bereitstellungsreaktion relativ harmlose funktionelle Störungen überspielt.

DRISCHEL (63) glaubte daher auch, daß in der Psychophysiologie ein Einblick in die individuellen Reaktionen wahrscheinlich eher von andersartigen Belastungen zu erwarten sei, nämlich von solchen Reizen, die der natürlichen Umgebung entstammen und "funktionell adäquat" sind.

Die Ergebnisse des Ergometrieversuchs legen den Schluß nahe, daß zwischen Wetterfühligen und Nicht- Wetterfühligen keine Unterschiede hinsichtlich des Trainingsgrades und des Vegetativums bestehen. Man kann also nicht einfach sagen, daß Wetterfühlige körperlich leistungsschwächer seien und deshalb auf Umgebungsreize anders reagieren würden.

Unsere Untersuchungen lassen die Vermutung zu, daß diskrete, eventuell vegetative Störungen bei Kollektiven von Versuchspersonen nicht durch stärker belastende Leistungsversuche aufgedeckt werden können. Für den einzelnen Probanden mag dies möglich sein (KIRCHHOFF (54), KIRCHHOFF und BECKMANN (26)).

Der einzige erkennbare - wenn auch nicht ganz signifikante - Unterschied zwischen einzelnen Gruppen bestand im eingeschränkten AMP und PAF wetterfühligter Frauen. Aus der Tatsache, daß dieser Unterschied auch in Ruhe auf dem Fahrradergometer festgestellt werden konnte, und daß der höhere diast. Druck wetterfühligter Männer und Frauen sowohl in Ruhe als auch bei Belastung auftrat, schließen wir, daß beim Kollektiv unserer Wetterfühligen keine Regulationsstörungen vorlagen.

Im Prinzip erhielten wir also beim Ergometrie- Versuch die selben Ergebnisse wie beim Orthostase- Versuch. Der einzige Unterschied bestand darin, daß die Meßwerte von jeweils zwei vergleichbaren Probandengruppen beim Stehversuch oft mit genügender Signifikanz getrennt werden konnten, dies aber bei ergometrischen Daten nicht möglich war; hier konnte man nur aus den Verläufen eine Tendenz ablesen.

Ein Beweis also für DRISCHELS Auffassung von physiologischen Reizen. Die ergometrische Belastung schien durchaus nicht für alle Probanden noch in den "alltäglichen" Leistungsbe- reich zu fallen. Tatsächlich erreichten von den 51 nicht wet- terfähigen Probanden nur 31 und von den 48 wetterfähigen nur 29 die Endstufe des Versuchs mit einer Leistung von 100 Watt.

Möglicherweise wären mit ergometrischen Untersuchungen dann deutlichere Ergebnisse zu erreichen, wenn maximale Leistung gefordert würde. Daß ein Teil der Probanden den Versuch vor- zeitig abbrach, braucht nicht unbedingt ein Zeichen von Er- schöpfung zu sein, sondern kann auch genau so gut auf mangeln- den Leistungswillen zurückgeführt werden.

Man kann sich vorstellen, daß es mehrere Abstufungen vege- tativen Reagierens gibt:

1. Milde Reize, z.B. dermographischer Strichreiz und Ortho- stase- Versuch.
Regulationstendenz: mögliches Überwiegen des vagischen oder sympathischen Anteils.
2. Starke Reize, z.B. Leistungen größeren Ausmaßes.
Anpassungsmodus: relativ einheitliche Reak- tion des vegetativen Systems; vagischer und sympathischer Anteil sind gleichermaßen er- regt.
3. Erschöpfende Reize, z.B. maximale Leistungsforderung (Cannonsche Notfallreaktion).
Reizerfolg: eventuell Versagen der Anpassung,

kollaptische Zustände auch bei gut trainierten Personen.

SULMAN (14) nimmt bei Wetterfühligen eine geringere Adaptationsfähigkeit an, da bei ihnen die Sekretionsbereitschaft der Nebenniere und Hypophyse zurückgegangen sei. Deshalb würden auch Alteingesessene unter dem Chamsin (israelisches Föhn- Äquivalent) mehr zu leiden haben als Zuzügler.

MELLEROWICZ (15) weist auf die bemerkenswerten Wirkungen hin, die Leibesübungen auf endokrine Drüsen haben. Er spricht von einer Hypertrophie der Nebennierenrinde und vermutet, daß die vergleichsweise kleinen, hypoplastischen Nebennierenrinden körperlicher Übung entwöhnter, zivilisierter Menschen bei vielen Entwicklungs-, Gesundheits- und Leistungsstörungen eine bedeutende Rolle spielen.

Unter dem Aspekt unterschiedlicher Leistungsfähigkeit bei verschiedenen Trainingsgraden lassen sich insbesondere die letzten Meßwerte (80 und 100 Watt) der Verlaufsdarstellungen unter 6.2.1. interpretieren. Da diese Daten nur noch an den Probanden erhalten wurden, welche die ergometrische Belastung bis zum Schluß durchhielten, stehen die Werte stellvertretend für ein Kollektiv leistungsstarker Personen. Hier sind die Unterschiede zwischen Männern und Frauen besonders eindrucksvoll. Während sich leistungsstarke wetterfähige und nicht wetterfähige Männer nicht voneinander unterscheiden, erfolgte bei wetterfähigen Frauen die Steady- state- Einstellung des syst. Blutdrucks auf einem viel höheren Niveau als bei nicht wetterfähigen Frauen. Auch beim diast. Druck wetterfähiger Frauen war die Tendenz zum stärkeren Anstieg bei höherer Leistung deutlich.

Die Pulsfrequenz nicht wetterfähiger Frauen erreichte bei 100 Watt Leistung ein Plateau, bei wetterfähigen Frauen stieg sie auch noch von der 1. zur 2. Minute bei 100 Watt Leistung an. Steady- state- Bedingungen stellten sich also bei ihnen nicht ein. Ähnlich verhielt es sich bei AMP und PAF; wetter-

fühlige Frauen erreichten ein Plateau erst später oder - bei PAF - auf höherem Niveau.

Diese Ergebnisse lassen uns annehmen, daß man vielleicht durch Messungen an wetterfühligen und nicht wetterfühligen Sportlern weitere Aufschlüsse erhalten könnte, da erst bei höheren Leistungsstufen die Meßwerte Wetterfühliger und Nicht-Wetterfühliger genügend von einander abweichen.

7.2.3. Änderungstendenz der Kreislaufgrößen vom 1. zum 2. Versuch

Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde keine Reliabilitätsbestimmung vorgenommen. Wir begnügten uns mit der Wiederholungs- Test- Methode, mit der am gleichen Probandengut mit dem selben Instrumentarium und von den gleichen Untersuchern eine zweite Meßwertserie gewonnen wurde.

Es ist klar, daß eine Wiederholungsuntersuchung nie unter identischen situativen und inneren Bedingungen stattfinden kann. Die individuelle Aktivierung und die funktionelle Fluktuation entziehen sich weitgehend der experimentellen Kontrolle.

JARL- ZIEP und JARL (65) berichteten über eine Stabilitätskontrolle an Meßwerten des Kreislauftests II (Treppensteigen) nach Schellong und fanden für die Reaktivität des Blutdrucks und der Pulsfrequenz besonders niedrige Stabilität.

Die Tendenz der Meßwertänderung von der 1. zur 2. Untersuchung beim Orthostase- Versuch ist in Tab. 12 dargestellt.

	Puls	RRS	RRD	AMP	PAF
L- Wert	0	-	~	-	-
S- Wert	0	-	~	-	-
D- Wert	+	~	~	~	-

Dabei bedeuten 0: keine Veränderung bei allen Probandengruppen
+: höherer Wert beim zweiten Versuch

- : niedrigerer Wert beim zweiten Versuch
- ~: unterschiedliches Verhalten der Probandengruppen.

Für die ergometrische Belastung gilt Tab. 13

	Puls	RRS	RRD	AMP	PAF
A- Wert	0	-	-	~	-
R- Wert	~	~	+	0	0
W- Wert	~	0	0	~	~

Wir räumen ein, daß unser Verfahren, Meßwertänderungen nur dann anzugeben, wenn sie mehr als 5 % betragen, nicht exakt ist. Es wurde nur die Absicht verfolgt, ohne größere statistische Prüfverfahren Hinweise auf Tendenzen zu geben. Zudem interessierte, ob wetterfähige und nicht wetterfähige Gruppen unterschiedliches Verhalten zeigen.

Physiologische Daten in Form einer Personen- Variablen- Situationen- Anordnung können unter mehreren verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet werden, von denen die Fragen nach der interindividuellen und der intraindividuellen Kovarianz besonders interessant sind (FAHRENBURG (67)). Von den intraindividuellen Schwankungen durch Analyse vieler Variablen einer Person über viele Situationen hinweg, z.B. unter verschiedenen äußeren Bedingungen würden wir uns einen tieferen Einblick in normales und abnormes Verhalten der Meßgrößen unserer Probanden versprechen.

Man kann feststellen, daß die Tendenz zum Anstieg oder Abfall der Meßwerte bei den einzelnen Meßgrößen völlig unterschiedlich ausgeprägt ist. Diese Änderung mathematisch exakt zu fassen, wäre vielleicht erfolgversprechend im Hinblick auf die möglicherweise besonders ausgeprägte Stabilität bzw. Labilität bei Wetterfähigen und Nicht- Wetterfähigen.

7.2.4. Interpretation der Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung von Regulationsstörungen

In der Literaturübersicht und der bisherigen Diskussion wurde immer wieder darauf hingewiesen, daß viele Autoren Wetterföhllichkeit als vegetative Dysfunktion interpretieren, deren Hauptmerkmal entweder in einer gestörten Anpassung an Umgebungsreize oder in überschießender Regulation besteht.

Wie bereits dargelegt, treten Regulationsstörungen eines Personenkollektivs bei der von uns angewandten Mittelwertbildung der Meßwerte nur dann in Erscheinung, wenn entweder sehr viele Probanden Regulationsstörungen aufweisen oder diese sehr deutlich sind und nach der selben Richtung erfolgen.

Wir wollen nun im einzelnen untersuchen, ob eine der folgenden Regulationsstörungen bei unseren Wetterföhligen auftrat.

1. Hypertone Regulationsstörung

Bei den wetterföhligen und nicht wetterföhligen Vergleichskollektiven stiegen die syst. Blutdruckwerte beim Aufstehen und bei Belastung im selben Maße an. Auch ein stärkerer Anstieg des diast. Druckes bei Belastung als Zeichen ungenögender peripherer Dilatation wurde nicht beobachtet.

2. Hypotone Regulationsstörung

Bei Wetterföhligen stieg der syst. Blutdruck bei Belastung genau so stark an wie bei Nicht-Wetterföhligen. Die Pulsfrequenz zeigte keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, desgleichen die Blutdruckamplitude.

3. Nervöse Regulationsstörung

Hier müßte sich unmittelbar nach Belastung ein unruhiger Kurvenverlauf der Puls- und Blutdruckwerte finden. Frequenz- und Druckanstieg sollten ausgeprägter als bei Normalpersonen sein. Leider konnten wir aus Zeitmangel nach Belastung keine Messungen in Ruhe mehr durchführen. Die Blutdruckwerte zeigten das für Normalpersonen geforderte Verhalten; lediglich die Pulsfrequenz nach dem Aufstehen

schwankte bei wetterfühligen Männern und Frauen stärker als bei Nicht- Wetterfühligen und könnte den Verdacht auf eine nervöse Regulationsstörung nahelegen. Es wäre jedoch nötig, diesen Verdacht durch geeignete mathematische Verfahren zu erhärten. Ergebnisse, wie sie aus Abb. 7 bis 9 hervorgehen, können wohl nur als Hinweis, nicht als endgültiger Beweis gelten.

Man muß streng unterscheiden, ob Meßwerte in Ruhe und bei Belastung gegenüber der Norm *s t a t i s c h* verändert, also erhöht oder erniedrigt sind, oder ob stärkere Schwankungen, besonders bei und nach Belastung auftreten. Nur letztere lassen Regulationslabilität annehmen.

Die diast. Blutdruckwerte unserer wetterfühligen Probanden zeigten statisches Verhalten: sie waren in Ruhe und bei Belastung erhöht, schwankten aber nicht. Ähnlich bei den syst. Werten: sie waren bei wetterfühligen Männern in Ruhe und bei Belastung erhöht, bei wetterfühligen Frauen unter denselben Bedingungen erniedrigt gegenüber dem Nicht- Wetterfühligen-kollektiv.

Den einzigen - relativ schwachen - Hinweis auf Regulationslabilität bot die Messung der Pulsfrequenz. Sie zeigte bei Wetterfühligen durchwegs nicht die geforderte Reaktion, beim Aufstehen kurz anzusteigen und dann wieder abzufallen, sondern erreichte erst nach zwei bis drei Minuten die Maximalfrequenz und schwankte dann stärker um diese Frequenz herum.

Gerade bei dieser schnellen Änderung der Meßwerte wäre es wünschenswert, an einem integrierenden Rechenwerk zu jedem Zeitpunkt die Pulsfrequenz pro Minute ablesen zu können, die in jeder Sekunde neu errechnet werden müßte.

Alle diese Befunde legen nahe, daß bei Wetterfühligen Regulationsstörungen - wenigstens in ihrer Reinform - nicht vorlagen. Berechtigt ist es dagegen, bei ihnen von einer erhöhten Ausgangslage der Kreislaufgrößen und einer Labilität der Herzfrequenzregulation zu sprechen.

7.3. Triceps- surae- Reflex

Die Erkenntnis, daß Reflexzeiten bei Patienten mit internen Erkrankungen im Vergleich zu den Zeiten eines Normalkollektivs verändert sind, führte bereits früh zu dem Versuch, aus dem zeitlichen Ablauf von Reflexen diagnostische Schlüsse zu ziehen. Nach ersten Versuchen am Patellarsehnenreflex bediente man sich bald des Achillessehnenreflexes, da bei ihm die Bewegung des Fußes die Kontraktion und Entspannung der Wadenmuskulatur gut wiedergibt, ohne daß durch die Schwere des Beins der Bewegungsablauf beeinflußt würde.

Die Zeit von der Reizsetzung bis zum Reizerfolg besteht aus mehreren Teilzeiten. Man kann in neurale Leitungs- und Umschaltzeiten und muskuläre Kontraktions- und Relaxationszeiten untergliedern. Erstere setzen sich aus der Summe der Zeiten zusammen, die von der Reizsetzung über afferente Leitung bis zur Depolarisation an der neuromuskulären Synapse verstreichen. Letztere werden von der Schnelligkeit muskulärer Kontraktion und Relaxation bestimmt.

Bei unseren Untersuchungen wollten wir den Versuch unternehmen, eventuell Veränderungen der Fünftelanstiegs- und Halbrelexationszeit mit der Angabe "Wetterfähigkeit" bzw. "Nicht- Wetterfähigkeit" der Probanden zu korrelieren. Die beiden Zeiten erschienen deshalb geeignet, weil die eine hauptsächlich die neurale, die andere besonders die muskuläre Komponente der Achillesreflexzeit wiedergibt.

7.3.1. Fünftelanstiegszeit

Die Ergebnisse der Literatur können für die Interpretation unserer Befunde nicht herangezogen werden, weil alle uns bekannten Autoren nur die Zeit bis zum maximalen Anstieg oder bis zur Halbrelexation verwerten.

Das Resultat unserer Messungen besteht darin, daß wetterfähige Männer - ohne statistische Signifikanz - die geringfügig

längere Fünftelanstiegszeit aufwiesen als nicht wetterfähige Männer. Wetterfähige Frauen dagegen waren, allerdings nur auf dem 2p = 0,1- Niveau langsamer als nicht wetterfähige. Zwischen Männern und Frauen gab es keine signifikanten Unterschiede.

Da sich die Fünftelanstiegszeit hauptsächlich aus neuralen Leitungs- und Umschaltzeiten zusammensetzt, können wir aus dem Fehlen signifikanter Unterschiede zwischen wetterfähigen und nicht wetterfähigen Probandengruppen schließen, daß es zwischen diesen Kollektiven keine bedeutenden Unterschiede hinsichtlich der Nervenleitgeschwindigkeit gibt. Eine verlängerte Reflexzeit scheint generell - außer bei speziellen neurologischen Erkrankungen - auf einer veränderten muskulären Komponente zu beruhen. Untersuchungen an Patienten mit internen Erkrankungen, die mit einer verlängerten Achillesreflexzeit einhergehen wie Diabetes mellitus, Sarkoidose, Sprue u.a.m. (Lancet (43)) ergaben keinen pathologischen Befund bei der Messung der Nervenleitgeschwindigkeit.

7.3.2. Halbrelexationszeit

Die Bestimmung der Halbrelexationszeit hat in der Literatur am häufigsten ihre Anwendung bei der Diagnose der Hypo- und Hyperthyreose gefunden. Es stellte sich heraus, daß wegen der starken interindividuellen Streuung der Werte die Zuordnung von langen Halbrelexationszeiten zur Hypothyreose sicherer vorgenommen werden kann als die von kurzen Zeiten zur Hyperthyreose (EMRICH (39), WASCHER (44), LUTTEROTTI (36), BÖRNER (37)).

Als mögliche Ursache mangelnder Unterscheidbarkeit der Euthyreose von der Hyperthyreose nehmen BINSWANGER (40) und WASCHER (44) an, daß im Grenzbereich der Euthyreoten und Hyperthyreoten vor allem psychovegetativ stigmatisierte Patienten mit gesteigerter neuromuskulärer Erregbarkeit, Symptomatikotonus und verkürzter Reflexzeit zu finden sind.

Wir fanden, daß die Halbrelexationszeit stark geschlechtsabhängig ist; Männer waren mit 321,5 msec hochsignifikant ($p = 0,001$) schneller als Frauen mit 359,8 msec. Dieser Befund steht im Einklang mit Ergebnissen anderer Untersucher GRÜNZIG und BOLLINGER (42), REINFRANK, KAUFMANN, WETSTONE und GLENNON (38)).

Bei unseren Resultaten spielte jedoch die Angabe "wetterfühlig" bzw. "nicht wetterfühlig" zusätzlich eine wesentliche Rolle. Vergleichen wir nämlich wetterfähige Männer und Frauen, dann ist der Unterschied statistisch hoch gesichert ($p = 0,001$), nicht jedoch beim Vergleich nicht wetterfähiger Männer und Frauen (ns). Nicht wetterfähige Männer und Frauen lassen sich also hinsichtlich ihrer Halbrelexationszeit als einheitliches Kollektiv betrachten. Wetterfähige Frauen zeigen dann signifikant ($p = 0,01$) längere Zeiten als das Nicht-Wetterfähigenkollektiv, wetterfähige Männer dagegen signifikant ($p = 0,05$) kürzere.

Es ergab sich also ein entgegengesetztes Reagieren männlicher und weiblicher Wetterfähiger. Somit dürfte es ausgeschlossen sein, die verkürzten bzw. verlängerten Reflexzeiten wetterfähiger Männer und Frauen mit dem selben Mechanismus zu erklären. Wenn der Angabe "Wetterfähigkeit" wirklich ein und das_selbe organische oder funktionelle Äquivalent entsprechen würde, müßten die Abweichungen der Halbrelexationszeit wetterfähiger Männer und Frauen in die_selbe Richtung erfolgen, also gemeinsam zur Verlängerung oder Verkürzung tendieren. Bei der Veränderung der Halbrelexationszeit müssen also unterschiedliche Mechanismen eine Rolle spielen.

Nun sind sehr viele Faktoren in der Literatur beschrieben, die einen Einfluß auf die Halbrelexationszeit haben. Neben Geschlecht und Alter, die wir bei der Gruppeneinteilung berücksichtigten und Umgebungstemperatur und -feuchte, die wir konstant hielten, sind Zustände und Erkrankungen bekannt, die die Halbrelexationszeit beeinflussen. Einen verlangsamenden Effekt haben Rauchen, lokale Ödeme, Hyperglykämie, Hypo-

thyreose (Lancet (43)) und ergometrische Belastung (ZYSNO (69)). Neben der Hyperthyreose mit verschnellerndem Effekt sind in neuerer Zeit hauptsächlich Änderungen des endokrinen Gleichgewichts und die Wirkung bestimmter Pharmaka (Propranolol, Procainamid, Quirininidin) getreten.

Doch diese Erkenntnisse helfen uns bei der Interpretation unserer Ergebnisse nicht weiter. Eine Erklärungsmöglichkeit für differentes Verhalten von wetterfühligen Männern und Frauen könnte die unterschiedliche hormonale Ausgangslage beider Geschlechter bieten. Dieser Schluß liegt nahe, weil es bei den Werten wetterfühliger Männer und Frauen nicht zu einer unterschiedlich starken, aber gleichsinnigen Verlangsamung oder Verkürzung gegenüber den Werten Nicht- Wetterfühliger kam; ganz im Gegenteil: beide Gruppen reagierten entgegengesetzt.

Der bei Männern und Frauen unterschiedliche Hormonhaushalt kann jedoch nicht generell als Ursache gegensätzlichen Verhaltens angesehen werden. Dafür spricht das Ergebnis, daß unsere 50- bis 70- jährigen wetterfühligen und nicht wetterfühligen Männer und Frauen (also größtenteils nach dem Klimakterium) keine anderen Relationen zeigten als Männer und Frauen jüngeren Alters.

Eine Abhängigkeit der Halbreaxationszeit vom Spiegel weiblicher Sexualhormone ist jedoch bekannt. REINFRANK et al. (38) registrierten eine deutliche Verlängerung bei Schwangeren. Aufgrund des Umfangs unserer Untersuchungen können wir nichts zur Diskussion dieser weitreichenden Zusammenhänge beitragen. Auffällig erscheint uns aber, daß die subjektiven Beschwerden "vegetativ stigmatisierter" Frauen, zu denen die wetterfühligen Frauen häufig gerechnet werden, oft prämenstruellen Beschwerden ähneln.

Wenn wir die Ergebnisse anderer Autoren (BINSWANGER (40), WASCHER (44)) berücksichtigen, die bei vegetativ stigmatisierten Patienten eine verkürzte Halbreaxationszeit fanden,

können wir aus unseren Werten nur für wetterfähige Männer eine Tendenz zur vegetativen Labilität ablesen.

7.3.3. Unterschiedlicher Ausfall der Reflexzeiten beim 1. und 2. Versuch

Sowohl Fünftelanstiegs- wie auch Halbrelexationszeiten fielen beim zweiten Versuch durchwegs langsamer aus als beim ersten. Die Unterschiede waren teilweise beträchtlich, die Tendenz aber bei allen Gruppen gleichsinnig.

Diese Erscheinung möchten wir mit der "Streßwirkung" einer Versuchssituation in Zusammenhang bringen. Wie bereits erwähnt, hatten die meisten Probanden noch nie an einer derartigen Untersuchung teilgenommen und die schnelleren Zeiten beim Erstversuch lassen sich deshalb leicht auf die Wirkung der "Streßhormone" Adrenalin und Noradrenalin zurückführen. Bei der Zweituntersuchung kannten die Teilnehmer Umgebung und Versuchsprogramm bereits; alle Reflexzeiten fielen erwartungsgemäß langsamer aus.

Auf die Streßwirkung und vermehrte Katecholaminausschüttung beim ersten Versuch wiesen auch die Ergebnisse der dermographischen Reaktion hin, die GENSLER (46) am gleichen Probandengut fand. Alle Probanden hatten bei der Erstuntersuchung eine deutliche Verkürzung der Latenzzeit gegenüber dem Zweitversuch. Besonders deutlich war die Verkürzung bei wetterfähigen Männern und Frauen.

Der Einfluß des Adrenalins auf eine Verkürzung der Achillessehnenreflexzeit ist durch FEJÉR und KUN (45) in einer Übersicht im Lancet (45) eindeutig erwiesen. Die beiden Autoren zeigten ferner, daß auch noch die Metabolite des Adrenalins, z.B. Adrenochrom einen verkürzenden Effekt auf die Achillessehnenreflexzeit haben.

7.4. Objektivierbarkeit und Krankheitswert der Wetterföhligkeit

Bei der Definierung eines möglichen Krankheitsbildes "Wetterföhligkeit" steht der Untersucher vor der Schwierigkeit, keine einheitliche Symptomatik vorzufinden. Anders als bei klassischen Syndromen sind hier die Beschwerden vielfach wechselnd und bunt gemischt. Wetterföhlige können bisher nur aufgrund ihrer eigenen Angaben als solche ermittelt werden. Ob es sich bei diesen Menschen wirklich um objektiv Kranke handelt, sei es nun mehr mit Betonung der psychischen oder der somatischen Komponente, kann bis jetzt nicht endgültig entschieden werden.

BOCK (9) hat die unterschiedliche Betrachtungsmöglichkeit der Beschwerden Wetterföhliger beschrieben. Er stellte die Frage zur Diskussion, ob Wetterföhlige u.U. Patienten sind, bei denen das Wetter einen objektiv meßbaren Einfluß auf die Funktion der Organe hat, oder ob es sich nur um Einbildung von vegetativ Labilen handelt, die eine "Ursache" für ihre Beschwerden suchen.

Die Tatsache, daß subjektiv Wetterföhlige entweder gar keine oder ganz verschiedene Erkrankungen aufweisen, ließ viele Untersucher eine funktionelle Regulationsstörung übergeordneter Natur als Ursache annehmen. Ob sich solche Regulationsstörungen bereits in Ruhe nachweisen lassen oder erst bei verschieden starker Belastung des Organismus auftreten, darüber sind die Meinungen geteilt. Daß das vegetative Nervensystem, das seine Hauptaufgabe in der Anpassung des inneren Milieus an das äußere hat, eine maßgebliche Rolle beim starken Reagieren auf Umweltreize spielt, ist von fast jedem Autor unbestritten. Es bestehen jedoch Differenzen in der Auffassung darüber, ob bei Wetterföhligen der vegetative Tonus bereits in Ruhe erhöht und daher keine optimale Anpassung an Umweltreize möglich ist, oder ob das Vegetativum in Ruhe noch ausgeglichen ist und nur bei Belastung unverhältnismäßig stark ("ungedämpft") reagiert.

Es ist natürlich nicht möglich, mit den vorliegenden Ergebnissen dreier Funktionstests umfassende Aussagen über den Krankheitswert einer Störung im "Vegetativum" zu machen, doch glauben wir durch unsere Untersuchungen gezeigt zu haben, daß ein Teil der Störungen Wetterfühligkeit bereits in Ruhe besteht und sich in seinem Ausmaß bei Belastung nicht ändert (diast. Blutdruck, AMP), ein anderer Teil erst nach milden Reizen wie Orthostase auftritt (Pulsfrequenzlabilität).

Aufgrund vorliegender Funktionstests und des von GENSLER (46) herausgearbeiteten Persönlichkeitsprofils Wetterfühligkeit vertreten wir die Auffassung, daß sich die Beschwerden dieser Gruppe nur aus einer somatischen und einer psychischen Komponente zusammengesetzt denken lassen. Wetterfühligkeit nur "vegetativ Stigmatisierten" oder "vegetativ Dystonen" zuschreiben zu wollen, ist zweifellos eine unzulässige Verallgemeinerung, vor der bereits WESKOTT (70) warnte. Möglicherweise gibt es vegetative Grundformen (HOFF (71)); da diese aber durch die Erbanlage bestimmt werden, sind Mischtypen außerordentlich häufig und rein polare Formen selten. Zu glauben, daß Wetterfühligkeit nur bei Sympathikotonen oder Vagotonikern auftrete, ist deshalb bestimmt übertrieben.

WESKOTT (70) lehnte auch das "labile Vegetativum" zur Erklärung von Wetterfühligkeit ab und beschrieb bei vegetativ labilen jüngeren Frauen einen gleich großen Prozentsatz wetterfühligkeit und nicht wetterfühligkeit. Er widersprach auch der Auffassung, daß Hypotoniker mit labilem Kreislaufsystem besonders unter klimatischen Einflüssen zu leiden hätten. Dagegen gab etwa die Hälfte seiner Patienten mit peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen an, wetterfühlig zu sein. Diese Auffassung deckt sich mit den Befunden, in denen sich uns die somatische Komponente der Beschwerden Wetterfühligkeit darstellte. Der signifikant erhöhte diastolische Blutdruck dieser Probandengruppe und zudem das eingeschränkte AMP wetterfühligkeit Frauen sprechen für eine periphere Vasokonstriktion. Aus den Blutdruckwerten ist allgemein die höhere

ausgangslage der Wetterfühligen abzulesen. Sie befähigt diese möglicherweise weniger als Nicht- Wetterfühlige, auf Umweltreize adäquat zu reagieren. Die Blutdruckwerte in Ruhe und bei Belastung lassen die Aussage zu, daß die Kreislaufgrößen Wetterfühligler gegenüber denen Nicht- Wetterfühligler parallel in Richtung Hypertonie verschoben sind. Es handelt sich also um einen unökonomischen Funktionszustand, der eine optimale Anpassung offenbar erschwert, da der Kreislauf bereits in Ruhe auf ein höheres energetisches Niveau eingestellt ist, also auch bei Belastung früher seine Leistungsgrenze erreicht.

Unsere Untersuchungen zeigten ferner, daß man nicht von Wetterfühligen schlechthin sprechen darf, sondern nur von wetterfühligen Männern und wetterfühligen Frauen. Beide Gruppen boten bei unseren Versuchen oft nicht gleichartiges oder abgestuftes Reagieren sondern vielfach konträres Verhalten. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, daß sich bei Leistungstests Männer und Frauen in ihren Meßwerten stark unterscheiden. Bei der Aufgliederung in wetterfähige und nicht wetterfähige Gruppen konnten wir aber oft das Phänomen beobachten, daß sich nur wetterfähige Männer und Frauen signifikant unterscheiden, nicht wetterfähige dagegen kaum.

Welche Rolle der Einfluß des Wetters bei der Entstehung von Wetterfühligkeit spielt, ist ungeklärt. Zwar sind viele Einzelergebnisse über biotrope Wirkungen einzelner Wetterfaktoren zusammengetragen worden, doch ist es nach wie vor unklar, ob das Wetter selbst vegetative Störungen bei manchen Menschen auslöst, oder ob vegetative Störungen die Ursache der angegebenen Wetterfühligkeit sind.

8. ZUSAMMENFASSUNG

- a) Von Juli bis Oktober 1971 wurden an 53 subjektiv Wetterfühligen und 51 subjektiv Nicht- Wetterfühligen zweimal unter konstanten Bedingungen ein Orthostase-Versuch nach Schellong, eine ergometrische Belastung und eine Messung der Achillessehnenreflexzeit vorgenommen. Beide Gruppen waren hinsichtlich Alter und Geschlecht homogen zusammengesetzt.
- b) Wetterfähige Männer und Frauen müssen wegen der unterschiedlichen Tendenz ihrer Meßwerte getrennt werden. Beim Orthostase- Versuch wurde an wetterfähigen Frauen der signifikant höhere diastolische Blutdruck gemessen als bei nicht wetterfähigen Frauen. Zudem war der Blutdruckanstieg beim Aufstehen geringer. Sie wiesen im Liegen und Stehen eine verminderte Blutdruckamplitude und ein kleineres Amplitudenfrequenzprodukt auf. Bei wetterfähigen Männern war der diastolische Blutdruck im Liegen und Stehen signifikant erhöht. Bei wetterfähigen Männern und Frauen zeigte sich nach dem Aufstehen eine Labilität der Herzfrequenzregulation.
- c) Während ergometrischer Belastung erwiesen sich Wetterfähige und Nicht- Wetterfähige gleich leistungsfähig. Es traten keine Unterschiede hinsichtlich der Blutdruck- und Pulsfrequenzregulation auf. Die Neigung zum erhöhten diastolischen Blutdruck war auch hier bei den Wetterfähigen zu bemerken.
- d) Die Halbreaxationszeit zeigte eine positiv lineare Relation zum Alter. In allen drei Altersgruppen waren wetterfähige Frauen signifikant langsamer und wetterfähige Männer signifikant schneller als das Nicht- Wetterfähigenkollektiv.
- e) Eine nervöse Regulationsstörung bei Wetterfähigen wurde diskutiert, eine hypotone oder hyperdynamie Regulationsstörung jedoch ausgeschlossen. Wetterfähigen Männern und Frauen gemeinsam ist eine erhöhte periphere Vasokonstriktion.

9. ANHANG

9.1. Literaturübersicht

- Allwood, M.J., A.F. Cobbold, J. Ginsburg
(72): Peripheral vascular effects of Noradrenaline, Isopropylnoradrenaline and Dopamine
Brit. med. Bull. 1963, Vol. 19, No.2
S. 132
- Amelung, W. (5): Die Entwicklung der Bioklimatologie, insbesondere der Klimaheilkunde in deutschsprachigen Ländern seit 1946
Archiv für physik. Therapie 21, 3-22, 1969
- Ashton, H. (61): Critical closure in human Limbs
Brit. med. Bull. 19, 149-154, 1963
- Assmann, D. (3): Die Wetterfähigkeit des Menschen. Ursachen und Pathogenese der biologischen Wetterwirkung
VEB Gustav Fischer, Jena 1963, 2.Aufl.
- Binswanger, J., H. Studer, F. Wyss
(40): Der Ablauf der Sehnenreflexe bei Funktionsstörungen der Schilddrüse
Helv. med. Acta 28, 482-486, 1961
- Blohmke, M. (47): Belastungstests des Kreislaufs in Epidemiologie und Präventivmedizin
Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1969
- Blohmke, M., A.H. Ismail, H. Schäfer
(32): Hypothesenbildung über Kreislaufreaktionen durch Datenreduktion mittels Faktorenanalyse
Ztschr. f. Kreislaufforschung 56, 608-622, 1967
- Bock, P.R. (9): Wetterfähigkeit und Kreislaufregulation
Ztschr. für Bäder- und Klimaheilkunde 13, S.301, 1966
- Börner, W., E. Moll, W. Romen
(37): Die Messung des Achillessehnenreflexes - ein Schilddrüsenfunktions-test?
Med. Welt 25, S.1357, 1966
- Brezowsky, H. (6): Physiologische und pathophysiologische Abläufe beim Menschen in verschiedenen Klimagebieten Bayerns
Münch.med.Wschr.102, Heft 51, 1960
S. 2533-2538 und S. 2591-2596

- Brunnhölzl, K., F. Schedel, H. Ungeheuer
(59): Wetter und Durchblutung
Münch. med. Wschr. 41, S.2074, 1952
- Burton, A.C. (62): Physiology and biophysics of the
circulation
Year Book Med. Publ., Chicago 1965
- Carl- Zeep, A., W. Carl
(68): Reproduzierbarkeit und Faktorenstruktur
einiger klinischer Tests zur vegetati-
ven Diagnostik
Acta Neuroveg. Zit. nach Fahrenberg (67)
- Curtius, F. (21): Zitat aus Handbuch der Inneren Medizin,
6,1, Springer Verlag, Berlin, Göttingen,
Heidelberg 1954
- Curtius, F. (22): zitiert nach Feiereis, H. (16)
- Delius, L. (34): Probleme der Regulationspathologie
Med. Klin. 57, S.693, 1962
- Delius, L., J. Fahrenberg
(56): Psychovegetative Syndrome
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1966
- Delius, L., H.P. Koepchen, E. Witzleb (Herausgeber)
(30): Probleme der zentralnervösen Regulation.
Bad Oeynhauser Gespräche 5
Springer Verlag, Berlin, Göttingen,
Heidelberg 1962
- Delius, L., E. Witzleb
(60): Beiträge zur Differenzierung somati-
scher Abläufe bei Emotionen
Med. Welt 16, 966- 974, 1969
- Drischel, H. (64): Einige Aspekte der Anwendung der Kyber-
netik in Biologie und Medizin
Münch. med. Wschr. 107, 1365-1371, 1965
- Drischel, H. (63): Biokybernetische Grundlagen der vege-
tativen Regulationsprüfung
Ärztl. Forschung 16, 474-484, 1962
- Effenberger, (8) : zitiert nach Assmann, D. (3)
- Emrich, D., F. Marongiu
(39): Die Registrierung des Achillessehnen-
reflexes als diagnostisches Hilfsmittel
bei Schilddrüsenerkrankungen
Dtsch. Med. Wschr. 91, 101-106, 1966
- Erban, L. (13): A study of biochemical and haematolo-
gical changes under the application of
ionized air
International Journal of Bioclimatology
and Biometeorology 3, Part IV, Section
C6e, 1959, zit. nach Assmann (3)

- Fahrenberg, J. (67): Psychophysiologische Persönlichkeitsforschung. Beiträge zur Theorie und Diagnostik psychophysischer Korrelate in klinischen Syndromen, Aktivationsmustern und Konstitutionseigenschaften Verlag für Psychologie Dr.C.J.Hogrefe, Göttingen 1967
- Feiereis, H. (16): Beurteilung und Behandlung vegetativer Störungen in der Praxis Rieger Verlag, München 1958, 2.Aufl.
- Fejér, A., M. Kun(45): The Achilles Reflex Lancet 1964/II, S.695
- Gensler, G. (46): Untersuchungen zur konstitutionellen Differenzierung zwischen Wetterfühligen und Nicht- Wetterfühligen mit Hilfe des Freiburger Persönlichkeitsinventars, der akralen Wiedererwärmung und des Dermographismus Dissertation, Balneologisches Institut der Universität München 1973
- Gottsegen, G.,E.Török (55): Über die Prognose der sogenannten Eintagshypertonie Dtsch. med. Wschr. 86, 2472-2747, 1961
- Grandjean, ., Fleisch, Mörikofer, Lindner (41): zitiert nach Assmann, D. (3)
- Grüntzig, A., A. Bollinger (42): Die Veränderung des Achillessehnenreflexes nach Arbeit als Parameter der Muskelischämie bei Claudicatio intermittens Ztschr. f. Kreislaufforschung 60, S. 247, 1971
- Hegglin, R. (7): Differentialdiagnose innerer Krankheiten Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1969, 11. Aufl.
- Heintz, R., H. Losse (Herausgeber) (49): Arterielle Hypertonie Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1969
- Hellpach, W. (1): Geopsyche. Die Menschenseele unter dem Einfluß von Wetter und Klima, Boden und Landschaft Verlag F. Enke, Stuttgart 1950, 6.Aufl.
- Hoff, F. (71): Grundformen vegetativer Regulationen Z. menschl. Vererb. - und Konstitutionslehre 33, 265-282, 1956

- Holman, H. (51): Planung und Auswertung biologischer Versuche
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1970
- Jungmann, H. (10): Das Klima in der Therapie innerer Krankheiten
Verlag J. A. Barth, München 1962
- Keidel, W.D. (48): Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1967
S. 306
- Kérdö, I. (19): Eine neue Untersuchungsmethode zur Erfassung der vegetativen Reaktionslage unter dem Einfluß meteorologischer Faktoren
International Journal of Bioclimatology and Biometeorology 1, Part IV, Section C, 1957
- Kirchhoff, H.-W. (54): Praktische Funktionsdiagnostik des Herzens und Kreislaufs
J.A.Barth Verlag, München 1965
- Kirchhoff, H.-W., P. Beckmann (26): Regulationsstörungen des Herzens und Kreislaufs
J.A.Barth Verlag, München 1965
- Koepchen, H.P. (35): Symposion über Psychosomatik der Herz-Kreislaufregulation
Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin 70, 255-261, 1964
- Koepchen, H.P. (33): Pfl. Arch. ges. Physiol. 273
S.413,443, 1961
- Köhler, U. (4): Wetterfähigkeit und -vorfühlbarkeit
Therapie der Gegenwart 103, 8-20, 1964
- Kommission der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung (50): Empfehlung zur indirekten Messung des Blutdrucks beim Menschen
Ztschr. f. Kreislaufforschung 60, Heft 6 (1971)
- (43): Abhängigkeit der Achillesreflexzeit von verschiedenen Faktoren
Lancet 1969/II, S. 257
- Lutterotti, A.v. (36): Der verlangsamte Achillessehnenreflex bei Hypothyreosen
Dtsch. Med.Wschr. 85, Heft 33, 1960
- Lüderitz, B. (29): Regulationsvorgänge im Kreislauf
Hippokrates 35, 205-209, 1964
- Mechelke, K. (20): Die Störungen der nervalen Regulation des Kreislaufs
Verh. Dtsch. Gesell.f. Kreislauff. 25
187-201, 1959

- Mellerowicz, H. (15): Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung für die Innere Medizin, Arbeitsmedizin, Sportmedizin, Versorgungsmedizin und Versicherungsmedizin
Verlag Urban und Schwarzenberg, München - Berlin 1962
- Monakow, K.H.v. (17): Das vegetative Nervensystem
Aktuelle Fragen der Psychiatrie und Neurologie
S. Karger Verlag, Basel und New York 1966
- Monnier, M. (65): Physiologie des vegetativen Nervensystems
Hippokrates- Verlag, Stuttgart 1963
- Mücher, H. (18): Psychische und physiologische Wirkungen des Wetters. Statistische und experimentelle Studien über wetterbedingte Belastung und ihre pharmakologische Beeinflussung
Editio Cantor, Aulendorf 1957, Arzneimittelforschung, 7. Beiheft
- Pierach, A., K. Heynemann
(27): Der niedrige Blutdruck und die Hypotonie
F. Enke Verlag, Stuttgart 1959
- Reindell, H., Kirchhoff, H.-W.
(23): Über kombinierte Funktionsprüfungen des Kreislaufs und der Atmung
1. Mitteilung
Dtsch. Med. Wschr. 81, S.592, 1956
(24): 2. Mitteilung
Dtsch. Med. Wschr. 81, S.1048, 1956
- Reindell, H., H. Klepzig, H. Roskamm
(57): Krankheiten des Herzens und des Kreislaufs
Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York 1971, Band 1, 3. Aufl.
- Reindell, H., K. König, H. Roskamm
(25): Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1967
- Reinfrank, R.F., R.P. Kaufmann, H.J. Wetstone, J.A. Glennon
(38): Observations of the Achilles Reflex Test
J. Amer. med. Ass. 199,1, 1967
- Rudder, B. de (2): Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen
Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1952

- Schellong, F., B. Lüderitz
(28): Regulationsprüfung des Kreislaufs.
Funktionelle Differentialdiagnose
von Herz- und Gefäßstörungen
Verlag Dr.D. Steinkopff, Darmstadt
1954, 2.Aufl.
- Schliephake, E. (11): zitiert nach Feiereis, H. (16)
- Sjostrand, T. (53): A method for determination of the
total hemoglobin content of the body
Acta physiol. scand. 16, S.211, 1948
- Stadler, E. (58): Verlauf und Rhythmik von Befinden,
Kreislauf und Atmung während eines
vierwöchigen Frühheilverfahrens in
Buching im Allgäu
Dissertation, Balneologisches Institut
der Universität München, 1971
- Sulman, F.G. (14): Zur Wirkung von Chamsin und Föhn auf
den Menschen
Umschau 70, S. 617, 1970
- Thiele, W. (12): Das psycho- vegetative Syndrom, sein
Wesen und seine Behandlung
Med. Welt 1, 9-14, 1966
- Wahlund, H. (52): Determination of the physical working
capacity
Acta med. scand., Suppl. 215, 1948
- Wascher, H. et al.
(44): Eine Methode zur photoelektrischen
Registrierung des Achillessehnenre-
flexes bei Schilddrüsenerkrankungen
Med. Welt 22, 775-778, 1971
- Weskott, H.R.A. (70): Die Notwendigkeit der Objektivierung
von Wetterbeschwerden
Arch. f. physik. Therapie 4, 315-319,
1960
- Winzenried, F.J.M., K. Gehlken
(31): Phasische Psychosen und vegetative
Rhythmik
in: Befinden und Symptom
herausgegeben von H. Bürger- Prinz
und F.J.M. Winzenried
Stuttgart 1964
- Zsirai, K., J. Balogh, O. Strecker
(66): Wirkung der Balneotherapie auf den vege-
tativen Rhythmus
Ztschr. f. angewandte Bäder- und Klima-
heilkunde 12, 32-38, 1965
- Zysno, E.A., H.J. Rotbart
(69): Der Einfluß ergometrischer Belastung
auf die Achillessehnenreflexzeit
Autoreferat zum 74. Kongreß der Dtsch.
Gesell. f. Physik. Medizin

9.2. Legende

Wetterfühlige	—————	
Nicht- Wetterfühlige	- - - - -	
Männer		
Frauen		
Wetterfühlige Männer	*————*	
Nicht- wetterfühlige Männer	*- - - -*	
Wetterfühlige Frauen	o————o	
Nicht- wetterfühlige Frauen	o- - - -o	

Herrn Dipl. Phys. K. Dirnagl und Herrn Prof. Dr.med.
H. Drexel danke ich für die freundliche Überlassung
des Themas sowie für Anregungen und liebenswürdige
Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit
bestens.

Ebenso gilt mein Dank auch den Mitarbeitern des Bal-
neologischen Instituts der Universität München und
allen Probanden, die durch ihre freiwillige Teilnahme
die vorliegende Untersuchung erst ermöglicht haben.

Am 14.8.1944 wurde ich in Forchheim/Ofr. geboren. Meine Eltern waren der Eisenbahningenieur Johann Geiger und seine Ehefrau Kunigunde, geb. Herbst.

Von 1951 an besuchte ich die Grundschule in Roth und ab 1955 das Gymnasium in Schwabach und später in Forchheim.

1966 und 1967 leistete ich Zivilen Ersatzdienst.

Vom SS 1967 an studierte ich an der Universität München Medizin und beschloß das Studium im Herbst 1973 mit dem Staatsexamen.

Am 7.10.1972 konnte ich vor dem 77. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Physikalische Medizin in Hannover über die vorliegende Arbeit berichten.

